

**EVALUACION GEOMORFOLOGICA, MULTITEMPORAL, HIDROLOGICA Y  
GEOTECNICA PARA EL AREA COMPRENDIDA EN LAS COORDENADAS  
N: 963019,58 E: 1059435, N: 963234, E: 1059435, N: 962712, E: 1059929, N:  
962651, E: 1059651 MUNICIPIO DE RESTREPO META**

**ELVER JAVIER ALVARADO PUERTO  
JULIO ROBERTO BARRERA SANCHEZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD INGENIERIA GEOLOGICA  
SOGAMOSO  
2015.**

---

**EVALUACION GEOMORFOLOGICA, MULTITEMPORAL, HIDROLOGICA Y GEOTECNICA PARA EL AREA  
COMPRENDIDA EN LAS COORDENADAS N: 963019,58 E: 1059435, N: 963234, E: 1059435, N: 962712, E: 1059929,  
N: 962651, E: 1059651 MUNICIPIO DE RESTREPO META**



**EVALUACION GEOMORFOLOGICA, MULTITEMPORAL, HIDROLOGICA Y  
GEOTECNICA PARA EL AREA COMPRENDIDA EN LAS COORDENADAS N:  
963019,58 E: 1059435, N: 963234, E: 1059435, N: 962712, E: 1059929, N:  
962651, E: 1059651 MUNICIPIO DE RESTREPO META**

**ELVER JAVIER ALVARADO PUERTO  
JULIO ROBERTO BARRERA SANCHEZ**

**MONOGRAFIA: OPTAR EL TITULO DE INGENIERO GEOLOGO**

**DIRECTOR  
LUIS DAVID MESA RIOS  
INGENIERO GEOLOGO**

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD INGENIERIA GEOLOGICA  
SOGAMOSO  
2015**

---

**EVALUACION GEOMORFOLOGICA, MULTITEMPORAL, HIDROLOGICA Y GEOTECNICA PARA EL AREA  
COMPRENDIDA EN LAS COORDENADAS N: 963019,58 E: 1059435, N: 963234, E: 1059435, N: 962712, E: 1059929,  
N: 962651, E: 1059651 MUNICIPIO DE RESTREPO META**



## NOTA DE ACEPTACION

-----  
-----  
-----

*José David Mesa Ríos*

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

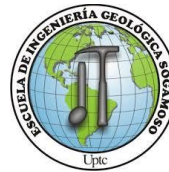
*[Signature]*

**JURADO**

*Diana C. Pérez B.*

**JURADO**

Sogamoso, 11 de Marzo de 2015



## DEDICATORIA

A Dios por la vida y por qué puso las personas y los medios para mi formación.

A mis Padres por la confianza depositada, porque de ellos aprendí, que todas las cosas se pueden lograr y que la imposibilidad, solo está en nuestra mente, que las grandes cosas, se construyen día a día y que nunca se debe desfallecer.

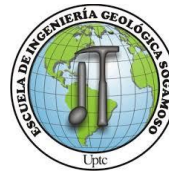
A mi esposa y mis hijos, porque son el motor de mi vida, para superar todos los retos.

A Roció de pilar por su ejemplo y fortaleza, que me ha acompañado.

Para todos gracias porque este, es el deseo de los antepasados, que siempre pensaron, en que sus hijos y su nietos, salieran adelante, guardando, trabajando, esperando siempre un futuro mejor.

Con gratitud.

JULIO BARRERA SÁNCHEZ.



## DEDICATORIA

A Dios Todo poderoso, por darme fortaleza en los momentos más difíciles como estudiante.

A mi madre Carmen Puerto, y mi Padre Germán Alvarado y toda mi familia que me apoyaron en los momentos difíciles, para poder terminar mis estudios. A mis profesores, que enseñaron y me ayudaron en mi formación académica.

A mis hijas Zaira Sofía Alvarado Guzmán y Valery Sofía Alvarado Niño que son mis dos grandes tesoros que Amo.

A mi novia Maribel Suarez que me apoya en los momentos difíciles.

***DIOS LOS BENDIGA LES DE FORTALEZA LUCHEN POR SUS SUEÑOS NO IMPORTA LO DIFICIL QUE SEA, A LA CIMA SE LLEGA LUCHANDO.***

***EL VER JAVIER ALVARADO PUERTO.***

***DIOS LOS LLENE DE SABIDURIA***



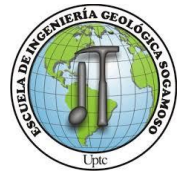
## CONTENIDO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

1. OBJETIVOS.....	19
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	19
1.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	19
2 GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO .....	20
2.1 LOCALIZACION .....	20
2.2 VÍAS DE ACCESO .....	21
□ Vía de acceso primaria .....	21
2.3 FISIOGRAFÍA .....	22
2.4 CLIMATOLOGÍA.....	23
2.4.1 Temperatura: .....	24
2.4.2 Humedad Relativa: .....	24
2.4.3 Brillo solar: .....	24
2.4.4 Clasificación Climática: .....	25
2.4.5 Calidad del aire: .....	25
3 GEOLOGIA.....	26



3.1 GEOLOGIA REGIONAL .....	26
3.1.1 Paleozoico superior: grupo farallones: .....	26
3.1.2 Mesozoico – cretácico inferior: grupo caqueza .....	26
3.2 Cretacico superior: .....	28
3.3 Cenozoico – cuaternario: .....	28
3.4 GEOLOGÍA LOCAL .....	28
3.4.1 Depósitos aluviales recientes .....	29
3.4.2 Depósitos aluviales de origen fluvio deltaico (qalfd) .....	29
3.5 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL .....	29
4 GEOMORFOLOGIA .....	30
4.1 LLANURA ALUVIAL RECIENTE (LAR): .....	30
4.2 LLANURA ALUVIAL DE DESBORDE .....	31
4.3 PAISAJE DE PLANICIE (R) .....	31
5 EVALUACION MLTITEMPORAL .....	33
Fotografía tomada de IGAC. De 1987 para identificar medidas de amplitud. ....	37
6 PARAMETROS MORFOMETRICOS DE LA CUENCA DEL RIO CANEY .....	44
6.1 ÁREA DE LA CUENCA .....	45
6.2 PERÍMETRO .....	46
6.3 FORMA DE LA CUENCA .....	46



6.4	ÍNDICE DE ALARGAMIENTO .....	47
6.5	ÍNDICE DE COMPACIDAD (KC) .....	48
6.6	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC) .....	49
6.7	DESCRIPCION DEL DRENAJE .....	51
6.8	PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL (S) .....	52
6.9	Densidad de drenaje ( $D_d$ ): .....	52
6.10	CLASIFICACIÓN CURVA HIPSONÉTICA.....	53
	Fuente: <a href="http://www.aguaysig.com">www.aguaysig.com</a> .....	55
7	GEOTECNIA.....	58
7.1	ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD.....	58
7.2	CARACTERIZACION DE ZONAS GEOCTENICAS .....	61
7.3	Llanura aluvial reciente ( $lar$ ):.....	61
7.4	Llanura aluvial de desborde ( $lad$ ).....	63
7.5	CARACTERIZACION DEL MATERIAL PETROGRAFICO .....	64
7.6	DESLIZAMIENTOS EN EL MUNICIPIO DE RESTREPO EN LA VEREDA ALTOS DEL CANEY .....	65
8	HIDROLOGIA .....	68
8.1	ESTACION BUENAVISTA.....	68
8.2	ESTACION MONFORD .....	70





8.3 ESTACIÓN RETIRO .....	71
8.4 ESTACION SALINAS DE UPIN .....	72
9 INFILTRACION .....	74
9.1 PRUEBAS DE INFILTRACIÓN EN LA PARTE ALTA DEL RIO CANEY EN MUNICIPIO RESTREPO META .....	76
9.2 Pruebas de infiltración en la parte media del Rio Caney en el Municipio Restrepo meta. ....	78
Pruebas de infiltración en la parte baja del rio caney en el municipio Restrepo meta.....	79
9.3 AFOROS DE CAUDALES .....	80
9.4 EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS LINIMETRICAS. ....	86
10 ESTIMACION DE LOS VOLUMENES .....	89
10.1 ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES DE MATERIAL DE ARRASTRE .....	89
10.2 METODO DE LOS PERFILES .....	91
10.3 METODO GUMBEL .....	93
11 CONCLUSIONES .....	100
12 RECOMENDACIONES .....	101
13 BIBLIOGRAFIA .....	102



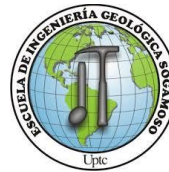
## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores Totales Mensuales (milímetros) de precipitación en Restrepo Meta	
Estación salinas de upin	23
Tabla 2: Valores máximos de precipitación (milímetros) en 24 horas Estación salinas de upin	24
Tabla 3: Comparativa del ancho promedio del margen del Rio 1993-1949	36
Tabla 4: comparativa de amplitud del margen del rio Caney en el año 1939-1949-1987	38
Tabla 5: comparativa de amplitud del margen del rio Caney en el año 1939-1949-1987-2014	42
Tabla 6: PARAMETROS MORFOMETRICOS DE LA CUENCA	45
Tabla 7: clases de tamaños de cuencas	46
Tabla 8: clases de valores de forma	47
Tabla 9: clases de valores del indices de alargamiento	48
Tabla 10: clases de compacidad	49
Tabla 11: clase de valores tiempo de concentración en minutos	51
Tabla 12: rango de valores de longitud del cauce principal km	51
Tabla 13: clases de valores de pendiente del cauce principal (grados)	52
Tabla 14: descripcion llanura aluvial reciente	62
Tabla 15: llanura aluvial de desborde	63
Tabla 16: valores de infiltración en la parte alta	77
Tabla 17: valores de infiltración en la parte media	78
tabla 18: valores de infiltración en la parte baja	79
Tabla 19: cálculo de perfiles topográficos	91
Tabla 20: de transporte de sedimentos Estación Palmarito Restrepo Meta	94
Tabla 21 : factor de recobro	95
Tabla 22 : Reservas medidas mediante método gumbel	95
Tabla 23: Transporte de sedimentos kton/día desde 1979 hasta 2001	96



## LISTA DE FOTOS

Foto 1.localización área de estudio.	20
Foto 2. Entrada principal al rio Caney	21
Foto 3: Entrada a los playones del área de estudio	22
Foto 4 .llanura Aluvial reciente del Rio Caney	30
Foto 5 llanura aluvial de desborde	31
Foto 6 . Planicie Aluvial	32
Foto 7 Rio Caney del año 1939.	34
Foto 8. tomada de IGAC. Del Rio Caney del año 1949. Para identificar medidas de amplitud.	35
Foto 9: Rio Caney del año 1987	37
Foto 10 Afectaciones a infraestructuras	58
Foto 11 Afectaciones de la zapata del puente	59
Foto 12 : afectaciones en los gaviones	59
Foto 13represamiento de material a los bordes del rio	60
Foto 14 : socavamientos laterales	61
Foto 15llanura aluvial reciente	61
Foto 16 : llanura aluvial de desborde	63
Foto 17: diámetros muestreo del material petreo.	64
Foto 18: recolección del material petreo	65
Foto 19: deslizamiento rotacional	66
Foto 20: deslizamiento detríticos	67
Foto 21: Pruebags infiltración.	76



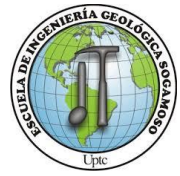
## LISTA DE IMÁGENES

IMAGEN 1.interpretación Rio caney del año 1939.	34
IMAGEN 2: extraída de la fotografía aérea del Rio Caney del año 1949.	36
IMAGEN 3: Interpretación de la dinámica rio caney del año 1987	38
IMAGEN 4: Rio Caney parte alta de año 2014	39
IMAGEN 5: parte alta Rio Caney año 2014	40
IMAGEN 6: Rio Caney parte centro del año 2014	41
IMAGEN 7: Rio Caney parte baja del año 2014	42
IMAGEN 8: clasificación de la curva hipsométrica según villon	55
IMAGEN 9: demarcación de los deslizamientos parte alta Rio Caney	66
IMAGEN 10: Zona de estudio de los playones	89
IMAGEN 11: Cortes topográficos	90



## LISTA DE GRAFICOS

Grafica 1: curva hipsométrica del Rio Caney	54
Grafica 2: Perfil Topográfico del Rio Caney	55
Grafica 3: cuenca Rio caney	56
Grafica 4: Valores Máximos mensual multianuales de precipitación estación Buenavista mm.	69
Grafica 5: curva estacionaria Buenavista	69
Grafica 6: Valores Máximos mensual multianuales de precipitación estación monford mm	70
Grafica 7: curva estacionaria monford	71
Grafica 8: Valores Máximos mensual multianuales de precipitación estación el retiro (mm)	71
Grafica 9: Valores Máximos mensual multianuales de precipitación estación salinas de upin mm	72
Grafica 10: Curva estacionaria Salinas de Upin	72
Grafica 11: INFILTRACION	75
Grafica 12: Velocidad infiltración mm/hr parte alta	77
Grafica 13: Velocidad infiltración mm/hr parte media rio caney	78
Grafica 14: Velocidad mm/hr parte baja rio caney	79
Grafica 15: Estación palmarito caudales máximos anuales m <sup>3</sup> /seg	80
Grafica 16: Se observa la sección del cauce mediante el programa hidro su relación en metros	82
Grafica 17: Se observa la sección del cauce mediante el programa hidro se relaciona en metros	83
Grafica 18: Se observa la sección del cauce mediante el programa hidro se relaciona en metros	85
Grafica 19: Valores máximos de transporte de sedimentos estación palmarito	85

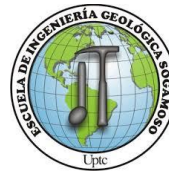


Grafica 20: valores maximos anuales de precipitacion	87
Grafica 21: Valores máximos anuales multimensuales puntuales de las cuatro estaciones	88
Grafica 22: Linealización del método de gumbel periodos de retorno	95
Grafica 23 : media aritmética transporte de sedimentos	98
Grafica 24: Valores máximos de transporte de sedimentos kton/día	98



## LISTA DE ANEXOS

- MAPA GEOLÓGICO REGIONAL
- MAPA GEOLÓGICO LOCAL
- MAPA GEOMORFOLÓGICO
- MAPA TOPOGRÁFICO
- PERFILES TOPOGRAFICOS
- CARTERA TOPOGRÁFICA
- I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
- VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES ESTACION: 35037110 PALMARITO.
- VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mm) estación: 35030020 monfort, estación: 35040010 retiro estación: 35030090 Buenavista, estación: 35035030 salinas de upin.
- TRANSPORTE DE SEDIMENTOS ESTACIÓN PALMARITO.
- FOTOGRAFÍAS AEREAS B -176-276, B 189-0177, C 2323 -279.



## RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es, identificar y analizar los cambios presentados, en el transcurso de los años, en el Río Caney del municipio de Restrepo Meta y poder establecer su comportamiento.

Este estudio analizara la Geomorfología, Hidrología, las características geotécnicas de los materiales presentes en el Río Caney.

Se evaluarán las diferentes variables que han actuado en el modelamiento del Río y la hidráulica fluvial.

Mediante la interpretación del análisis multitemporal se pudo establecer los cambios realizados por el río tales, como curvaturas, posibles zonas de socavamientos laterales y las afectaciones que sufre las infraestructuras cerca de la zona de estudio.

Se puede hacer una estimación de material de arrastre en las zonas de deposición del abanico aluvial.

Palabras claves: hidráulica fluvial, análisis multitemporal, zonas de deposición.





## ABSTRACT

The main objective of this work is to identify and to analyze the changes presented in the course of the years in river Caney in the municipality of Restrepo he/she puts to be able to establish its behavior.

This study showed the geomorphology, the hydrogeology, the characteristic geotechnical of the present materials in the river Caney.

The different variables were evaluated that have acted in the modelamiento of the river or denominated fluvial hydraulics.

By means of the interpretation of the analysis multitemporal she will be able to the changes carried out by the, such river as bends to settle down, possible areas of lateral socavamientos, the affectations that it suffers the infrastructures close to the study area.

One can make an estimate of haulage material in the areas deposit in the low parts of the alluvial fan.



## INTRODUCCION

Basados en las fotografías aéreas del año 1939, 1949, 1987, suministradas por IGAC, y la imagen satelital del año 2013 podemos establecer el comportamiento dinámico y fluvial del Río Caney; cómo ha cambiado su morfología en el transcurso de los años, e identificar las máximas precipitaciones que se presentan en esta cuenca.

En esta evaluación se analizará los parámetros morfométricos de la cuenca, tales como: el índice de alargamiento, la densidad del drenaje, la permeabilidad, la infiltración; estos parámetros influirán en la cohesión y el Ángulo de fricción del material; que se tendrán en cuenta en los fenómenos de remoción en masa, ubicados en la parte alta del Río Caney. El material generado por la remoción en masa se deposita en las partes bajas del río, conformando playones, estos playones se evaluarán mediante topografía a detalle con el fin de determinar un estimativo de volúmenes de material de arrastre y utilizando los periodos de retorno, de las estaciones limimétricas, se identificar la recarga del río caney.



## 1. OBJETIVOS

### 1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar los aspectos geomorfológicos multitemporal, hidrológicas, geotécnicas del área determinada para el río Caney.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recopilar información secundaria de la zona de interés.
- Evaluar los parámetros hidrológicos y morfométricos del río Caney.
- Desarrollar el análisis multitemporal de tipo geomorfológico para el área de estudio.
- Evaluar la información correspondiente al grado y transporte de sedimentos en la zona determinada del río Caney, donde se realizara estimación de volúmenes de material de arrastre.
- Desarrollar el análisis y evaluación de la dinámica hídrica actual, a fin de identificar zonas de deposición y socavamiento.
- Determinar la infiltración mediante la aplicación de pruebas de infiltración, en campo.



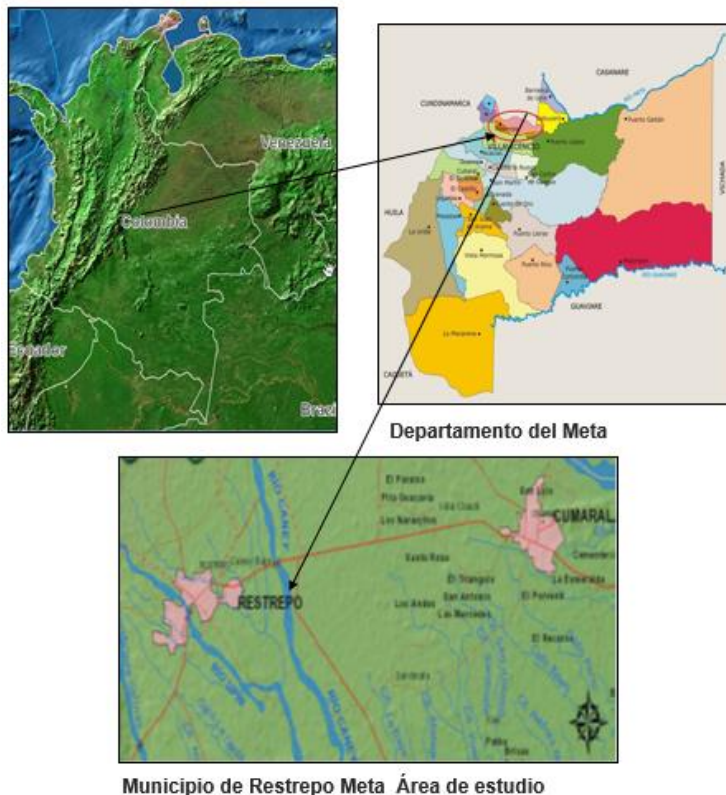
## 2 GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO

El Municipio de Restrepo se encuentra ubicada a  $4^{\circ} 16''$  Latitud Norte y  $73^{\circ} 34'' 25''$  de Latitud Oeste del Meridiano de Greenwich y a 570 metros sobre el nivel del mar. Restrepo es uno de los Municipios del departamento del Meta, de la República de Colombia Se encuentra a 17 km de la capital de Villavicencio, sobre la marginal de la selva.

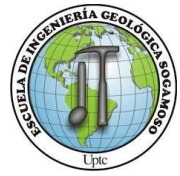
### SUS LÍMITES SON:

- Norte: Municipio de Medina (Cundinamarca) y Cumaral (Meta).
- Occidente: Municipios de San Juanito, El Calvario y Villavicencio.
- Sur: Villavicencio y Puerto López.
- Oriente: Puerto López y Cumaral.

### 2.1 LOCALIZACION



**Foto 1.** Localización área de estudio.



## 2.2 VÍAS DE ACCESO

La zona de estudio está comprendida entre los límites de Cumaral y Restrepo meta y comprende 2 vías de acceso la primaria, y secundaria.

### ➤ Vía de acceso primaria

Kilómetro 3 salida de Restrepo a Cumaral y en la intersección al lado derecho a 470 metros, antes de cruzar el puente del río Caney, se desvía hacia la vereda Caney bajo, avanzando 650 metros en un ancho de vía de 6 metros, hasta llegar a los depósitos aluviales del río caney.

**Foto 2.** Entrada principal al río Caney



**Fuente.** Autores

### ➤ Vías de acceso secundarias

Se accede al área de interés, por la vía Marginal de la selva, vía que conduce de Villavicencio a Restrepo. Desde el casco urbano de Restrepo, a una distancia de aproximadamente 3 Km, se intercepta la vía con el río Caney, donde se dirige a una vía secundaria a la izquierda, el cual conduce a los depósitos aluviales.



**Foto 3:** Entrada a los playones del área de estudio



**Fuente.** Autores

## 2.3 FISIOGRAFÍA

“ El territorio departamental está formado por tres grandes regiones fisiográficas: La primera, ubicada en el occidente del Departamento; está constituida por la parte montañosa representada por el flanco oeste de la cordillera Oriental, con alturas que alcanzan los 4.000 m sobre el nivel del mar y en límites con los departamentos de Caquetá, Huila y Cundinamarca; el piedemonte o área de transición entre la cordillera, la llanura, y la Serranía de La Macarena, ubicada esta última en forma casi perpendicular a la cordillera Oriental.

La segunda unidad fisiográfica, es la planicie, casi plano con alturas de 200 m sobre el nivel del mar y ubicado en el centro oriente del Departamento. Esta planicie está conformada por la parte occidental del Escudo Guayanés y materiales erodados de la cordillera y depositados por los diferentes ríos que la surcan, formando colinas disecadas, terrazas, vegas y vegones.

La tercera, corresponde a la zona sur del Departamento y cubre alrededor del 60% de su territorio. Su fisiografía varía desde las tierras de páramo y laderas de la cordillera oriental hasta las vegas y planicies cálidas de los ríos Ariari y Guaviare.





Allí confluyen grandes áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: PNN Páramo de Sumapaz, PNN Cordillera de los Picachos, PNN Tinigua y PNN

Serranía de la Macarena; comprende además, los paisajes de altillanura con vegetación de sabana y bosque primario.”<sup>1</sup>

## 2.4 CLIMATOLOGÍA

1.4.1 Precipitación: “en Restrepo la temperatura varía entre 34.4°C y 17.2°C, siendo la media de 25.8°C. La humedad relativa es de 83%, alcanzando valores del 93% en la época lluviosa y de 56% en la época seca.

El régimen pluviométrico es mono modal, con dos épocas bien definidas, una de lluvias intensas y otra con lluvias escasas, siendo los meses lluviosos Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y noviembre, observándose dos picos de mayor pluviosidad, uno en el mes de Mayo y otro menor en el mes de Octubre, Agosto es el mes de menor pluviosidad en este periodo. A partir del mes de Diciembre se inicia la época seca siendo los meses más secos Enero y Febrero”<sup>2</sup>

**Tabla 1.**Valores Totales Mensuales (milímetros) de precipitación en Restrepo Meta Estación Salinas de Upin

	ENE	FEB	MA R	ABR I	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>MAX</b>	234.2	461.	445	976.2	1098	113	879.1	791.1	690.7	958.9	6103	597.9
<b>MED</b>	75	135	126.5	570.7	707.6	677.4	520.4	505.4	423.2	588.9	4121	227.4
<b>MINI</b>	0	0	123.4	190.4	472.5	417.0	253.4	199.0	176.0	284.0	132	94.7

**Fuente.** Himat

VALOR ANUAL: Media 5062 Máximo 1131 Mínimo 0.0

<sup>1</sup> Departamento del Meta 2015 precipitación ,Recuperado 10 Enero del 2015 Wikipedia.org / (wikipedia, 2015)

<sup>2</sup> Eot, Restrepo (meta, 2013) Pag 41



**Tabla 2: Valores máximos de precipitación (milímetros) en 24 horas Estación salinas de upin**

	ENE	FEB	MAR	ABRI	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>MAX</b>	75.2	94.7	112.1	167	186.1	192.1	180.5	145.6	158.7	187.2	185.3	150.5
<b>MED</b>	18.4	31.2	48.1	83.1	88.3	83	45	68.4	72.3	73.4	60	39
<b>MINI</b>	3.5	10	30.4	68.1	55.9	62.3	36.4	36	35.8	78	42	39.9

**Fuente:** Himat Estación Salinas de Upin

Media 59.4 Máxima 150.5 Mínimo 39.

**2.4.1 Temperatura:** la temperatura varía entre 34.4 °C y 17.2 °C, siendo la media de 25.8°C. La región Retrépense según INGEOMINAS 1991, por encontrarse en zonas de latitudes bajas, posee el tipo de clima denominado "clima tropical de bosque súper húmedo" (Clasificación Lang P/T), con los siguientes pisos térmicos: Cálido, Templado y Frío. El cálido es propio de las veredas Caribe, Vega Grande, Floresta, San Jorge, Sardinata, Caney Bajo, Los Medios, Puente Amarillo, Choopal y Balcones; el templado se presenta en el Caney Alto, San Isidro, Santa Cecilia y Brisas de Upín; la transición entre templado y frío incluye las veredas de Mira lindo, Marayal y Santa Lucia, siendo esta última la registra el clima frío.<sup>3</sup>

**2.4.2 Humedad Relativa:** la humedad relativa es de 83%, alcanzando valores del 93% en la época lluviosa y de 56% en la época seca. El brillo solar es de unas 1200 horas al año, lo que indica que el sol sale entre 6 y 7 horas, generando condiciones para la supervivencia de Especies de fauna y flora. Posee el tipo de clima denominado "Clima Tropical de Bosque Súper húmedo" (Clasificación Lang P/T)<sup>4</sup>

**2.4.3 Brillo solar:** el brillo solar es de unas 1.200 horas al año, lo que indica que el sol sale entre 6 y 7 horas diarias, la precipitación pluvial alcanza los 5.062 mm de agua, promedio anual. El régimen anual para el vector viento, tiene como sentido

<sup>3</sup> Eot, Restrepo (2000). pag 45g (meta, 2013)

<sup>4</sup> Idem, p. 43





predominante la dirección NE y NW y está asociado a la dinámica de los vientos Alisios con valores de velocidad media anual de 7,2 m/s, registro que se incrementa sobre las 13 horas del día; los vientos locales se manifiestan como corrientes de aire subyacentes provocados por fuertes calentamientos, originando lluvias de convención<sup>5</sup>

**2.4.4 Clasificación Climática:** el área de estudio presenta un clima tropical, precipitación, la humedad de la atmósfera y la poca variación de la verticalidad de los suelos, inciden en la conformación de ecosistemas particulares de sabana y humedales del oriente, los cuales son refugio de importantes cantidades de individuos faunísticos y florísticos. Se clasifica entonces dentro de un clima de tipo Cálido Húmedo y Cálido Seco.<sup>6</sup>

**2.4.5 Calidad del aire:** el área de estudio presenta valores mínimos de presión sonora, debido a la presencia baja a nula de agroindustria. Tampoco se encuentran fuentes fijas de emisión atmosférica. Se genera dispersión de material particulado debido al tránsito vehicular por vías sin pavimentar.

---

<sup>5</sup> Idem p 36

<sup>6</sup>Departamento del Meta,( 2006) Ajuste Revisión del Eot Restrepo Meta CDIM pag 6



### 3 GEOLOGIA

#### 3.1 GEOLOGIA REGIONAL

Afloran rocas sedimentarias que van desde el paleozoico superior hasta los depósitos cuaternarios.

##### 3.1.1 Paleozoico superior: Grupo Farallones:

- Formación Areniscas De Gutiérrez (Pdg): nombre dado inicialmente por Rezoní (1965) Define la unidad como una secuencia constituida por un conglomerado que incluye esencialmente clastos de Cuarzo, con un espesor de 10 y 60 metros a los que le suprayecen 150 metros de lutitas y a estas cerca de 650 metros de areniscas.<sup>7</sup>
- Formación capas rojas Guatiquia (dccg): descrita inicialmente por Renzoni (1968), para referirse a una sucesión de base de arenisca gris, a veces calcárea, arenisca verdosa, Lutitas rojas y abigarradas; también calizas y areniscas calcáreas. La formación contiene capas de areniscas de grano fino a medio grises, y verdes, intercaladas con lodolitas rojizas y limolitas negras y verdes, ocasionalmente conglomerados oligomícticos, en la parte superior se intercalan arenitas calcáreas a fosilíferas.<sup>8</sup>

##### 3.1.2 Mesozoico – Cretácico Inferior: Grupo Caqueza

- Formación de Brechas de Buenavista (Jab): Término propuesto por Rezoní (1968), para designar una secuencia de conglomerados de posible origen local, correlacionable con la parte basal del grupo caqueza o la parte baja - mesozoica de lo que Segovia (1963), llamo grupo la ardita. Dorado (1990), realizó un estudio detallado y concluye que estas brechas en su segmento inferior, son el resultado de “avalanchas” de detritus y corrientes cargadas de fango, depositadas en Ambiente continental cerca al mar.<sup>9</sup>

<sup>7</sup> PATIÑO & FUQUEN ,Geología de la plancha 247, Ingeominas 2011

<sup>8</sup> idem

<sup>9</sup> ARCILA & CLAVIJO, Caracterización geológica del Cuadrángulo 10-11 A – B, UCC 2011, p 20



El segmento superior, con origen en un ambiente marino somero por el contenido faunístico, lo considera como Edad: Pre-Titoniano Superior.<sup>10</sup>

- Formación Lutitas De Macanal (KILM); Definida por Ulloa y Rodríguez (1976), sobre el cañón del río Bata, para referirse a lodolitas negras, micáceas, compactas con intercalaciones de arenitas cuarzosas de grano fino y de color gris oscuro y de niveles de calizas.<sup>11</sup>
- Formación Fomeque (Kif): Descrita inicialmente por Hubach en 1931, para referir una secuencia de esquistos, caliza cristalina y arenisca cuarcitas que se ubican principalmente hacia la parte de la unidad que aflora en la carretera Bogotá y Villavicencio.<sup>12</sup> Los afloramientos de una secuencia de limolitas y arcillolitas color gris y pardo amarillento oxidadas con esporádicos nódulos ligeramente calcáreos e intercalaciones de arenitas finas de cuarzo con matriz arcillosa.<sup>13</sup> Edad Barremiano-Aptiano.
- Formación Une (Kiu): Bancos potentes de arenisca cuarzosa de color blanco a amarillo claro de grano Medio a grueso con estratificación cruzada, tabulares. La parte media presenta intercalaciones de lodolitas y shales negros en capas delgadas a medias.<sup>14</sup> El nombre de la formación fue dado por Hubach (1957a: 47). Su localidad tipo se encuentra al sureste de Bogotá, en la carretera Bogotá-Villavicencio, entre Chipaque y Caqueza. Forma grandes escarpes, que contrastan con la morfología de suaves colinas.<sup>15</sup> La Formación Une suprayace transicionalmente a la Formación Fomeque e infrayace concordantemente a la Formación Chipaque. La edad de la formación en el área de estudio ha sido definida como. Edad Albiano medio al Cenomaniano.<sup>16</sup>

Formación chipaque (Ksc): La Formación Chipaque tiene un espesor de 565 m, compuesta principalmente por lodolitas negras, con intercalaciones menores de cuarzo arenitas de grano muy fino y fino. Secuencia espesa de lodolitas y shales

---

<sup>10</sup> Idem, p. 20

<sup>11</sup> Idem, p. 18

<sup>12</sup> Idem, p. 14

<sup>13</sup> Idem, p. 14

<sup>14</sup> ARCILA & CLAVIJO, Caracterización geológica del Cuadrángulo 10-11 A – B, UCC 2011, p. 14

<sup>15</sup> Idem, p. 14

<sup>16</sup> Idem, p. 14



silíceos grises con abundante material Carbonoso con intercalaciones de capas delgadas a gruesas de areniscas<sup>17</sup> Cuarzosas a lodosas de grano medio, ocasionales intercalaciones de biomicritas Y cherts. Edad: Turoniano-Santoniano.

### 3.2 CRETACICO SUPERIOR

- Formación arenisca duras: capas medias a muy gruesas de areniscas cuarzosas, algunas ligeramente lodosas de grano muy fino a medio, bien cementadas de color amarillo, beige y blanco intercaladas con lodolitas y arcillolitas en capas delgadas con laminación plano paralela continua. Edad Campaniano Inferior.<sup>18</sup>
- Grupo palmichal (ktp): Arenisca cuarzosa, blanca, de grano grueso a muy grueso, friable, con intercalaciones de arcillolitas grises, en las arenitas se encuentran impregnaciones de asfáltica. Edad: Campaniano-Maastrichtiano.

### 3.3 CENOZOICO – CUATERNARIO

- Depósitos aluviales recientes (qal): depósitos aluviales de llanuras de inundación y cauces actuales conformados por cantos, guijos y gravas en una matriz areno-lodosa.<sup>19</sup>
- Depósitos Aluviales De Origen Fluvio Deltaico (QALFD): Cuya composición es de arenas, limos y arcillas, algo consolidados. En algunos sitios se pueden observar fajas alargadas de concreciones férricas sobre arenas silíceas<sup>20</sup>

### 3.4 GEOLOGÍA LOCAL

La zona de estudio está constituida por depósitos cuaternarios principalmente por arenas limos y arcillas, el cambio de pendiente en el pie de monte llanero no permite el transporte de material grueso, dando origen a depósitos fluvial deltaicos que

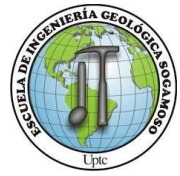
---

<sup>17</sup> Idem, p.13

<sup>18</sup> PATIÑO & FUQUEN ,Geología de la plancha 247, Ingeominas 2011

<sup>19</sup> Idem

<sup>20</sup> Idem



moldean el terreno presentando una llanura aluvial, plana cuyas pendientes son menores al 7 %.

**3.4.1 Depósitos aluviales recientes:** estos depósitos forman fajas alargadas a los costados de los principales drenajes para este caso del Río Caney. Estos depósitos presentan baja compacidad, se constituyen principalmente de arenas, limos y arcillas pocos consolidadas, bastante permeables y de alta porosidad. Los suelos que desarrollan estos depósitos por lo general son ácidos y de muy poca fertilidad, donde la cobertura vegetal puede ser de pastos naturales o de bosque de Galería en etapas de sucesión temprana a tardía.

**3.4.2 Depósitos aluviales de origen fluvio deltaico (qalfd):** Su composición es de arenas, limos y arcillas, algo consolidados. En algunos sitios se pueden observar fajas alargadas de concreciones férricas sobre arenas silíceas. Los suelos generados en estos depósitos suelen ser ácidos, de baja fertilidad, muy susceptibles a anegarse durante las temporadas lluviosas que pueden durar hasta ocho meses (de marzo a octubre).<sup>21</sup>

### 3.5 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Debido a la cercanía con la Cordillera Oriental, en el municipio se presentan algunas fallas, que con evidencias de actividad Neotectónica, entre ellas tenemos la falla de Servita, Caney, Mirador-Restrepo, Upín y Cuatro Casas, estas fallas intervienen en la actividad geomorfológica de la región y constituye factores de riesgo para determinadas zonas.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> ARCILA & CLAVIJO, Caracterización geológica del Cuadrángulo 10-11 A – B, UCC 2011, p.12

<sup>22</sup> INGEOMINAS (2013), Geología Restrepo, p.39



## 4 GEOMORFOLOGIA

La estructura geológica y geomorfológica, actual de la zona de estudio, está determinada por la evolución paleo tectónica de la Cordillera Oriental, que comenzó a principios del Plioceno (finales de la era terciaria), cuando el levantamiento y plegamiento de ciertas partes de la Cordillera Oriental interrumpió la conexión del actual valle del Magdalena con los llanos orientales y originó fuertes procesos erosivos, que desprendieron, transportaron y depositaron los materiales en el piedemonte llanero.<sup>23</sup>

El área está influenciada por las formas aluvio-torrenciales pertenecientes al sistema que cubre una gran parte de la Orinoquia colombiana. La llanura aluvial fluvio-deltáica se puede dividir en:

### 4.1 LLANURA ALUVIAL RECIENTE (LAR):

Se caracteriza por geoformas planas localizadas a los costados de los principales drenajes, suele ser bien drenada debido a la composición de los depósitos y a que su emplazamiento hace que el agua lluvia fluya hacia los drenajes.

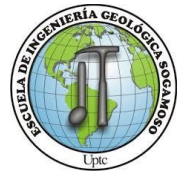
**Foto 4** .Llanura Aluvial reciente del Rio Caney



**Fuente.** Autores

<sup>23</sup> ACUERDO 081 (2000), Concejo Municipal de Restrepo, p.43





## 4.2 LLANURA ALUVIAL DE DESBORDE

Esta unidad geomorfológica presenta sub-unidades fisiográficas menores: terrenos con suelos bien drenados que permanecen secos, se caracterizan por tener horizontes superficiales arenosos, que permiten que el agua percolle hacia el subsuelo. Generan suelos muy ácidos y pobres en materia orgánica, de baja fertilidad, su cobertura vegetal es de pastos naturales.

**Foto 5.** Llanura Aluvial de Desborde



**Fuente.** Autores

Se presentan Bajos en morfologías planas con horizontes superficiales arcillosos, pobremente drenados, anegados durante la mayor parte del año y secos en la época de estiaje.

## 4.3 PAISAJE DE PLANICIE (R)

En este sector, los ríos que vienen de la cordillera, ya han perdido su capacidad de carga y solo lavan en suspensión sedimentos finos; en consecuencia los cauces que venían encajonados y profundos se transforman en lechos amplios y de poca profundidad, lo cual favorece la ocurrencia de fenómenos como desbordamientos, inundaciones y cambios de curso, especialmente durante las épocas de lluvia, en las que es importante evacuar toda el agua que se almacena en la llanura.



**Foto 6 . Planicie Aluvial**



**Fuente.** Autores.

La planicie aluvial se denominó planicie fluvio- deltaica, la cual carece de recubrimiento eólico y se localiza cerca del piedemonte. El área ha experimentado intenso remodelado, debido al repetido cambio de curso de los ríos, que bajan de la cordillera, lo que ha dado como resultado la presencia de una sucesión de bancos y bajos.





## 5 EVALUACION MULTITEMPORAL

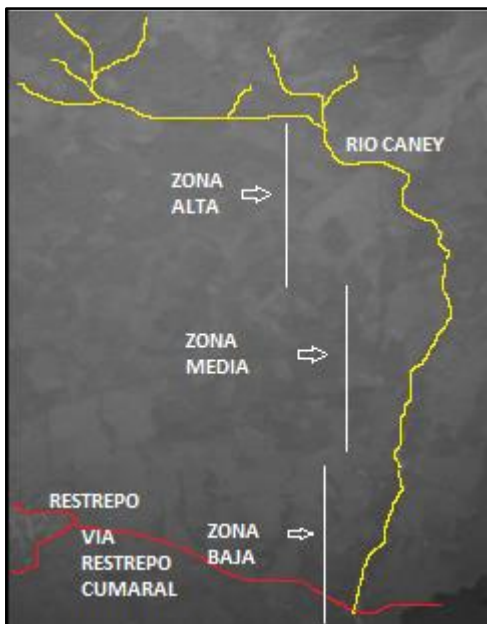
El río Caney ha presentado frecuentes variaciones en el trazado de su cauce, en una dinámica que refleja menor o mayor actividad en los diferentes tramos del río; estas variaciones han generado un tipo predominante, en algunos rasgos morfológicos y geológicos locales, como producto de esta dinámica, el río ha cambiado su curso en un proceso continuo de destrucción y construcción morfológica. Este comportamiento se ha analizado en este informe considerando las fotografías aéreas e imágenes de satélites en los distintos periodos de tiempo.

El objetivo principal de este estudio es identificar y analizar los principales cambios del Río Caney, durante los años, 1939 – 1949-1987- 2013, para establecer de forma aproximada las zonas inestables y la deposición de material de río, dentro del área de estudio.

El Río Caney se encuentra ubicado en límites del municipio de Restrepo en el Departamento del Meta en él se identifican 3 zonas, una parte alta: con zona montañosa, piedemonte y terrazas aluviales, una zona media ubicada sobre un Abanico aluvial y rodeada por colinas y lomeríos; y una zona baja con llanura, donde presenta un comportamiento trenzado con tendencia meandrica.

Este estudio multitemporal se utiliza para analizar el comportamiento y cambios a través del tiempo, donde se involucran muchas variables, que dependiendo de los factores climáticos y ambientales, se generan notables cambios en el entorno natural; en este trabajo por medio de fotografías aéreas suministradas por el IGAC del año 1939, 1949, 1987 a 2013, se analizaron zonas de socavamiento lateral y zonas de deposición, con el fin de establecer el comportamiento del río Caney en el transcurso de los años.

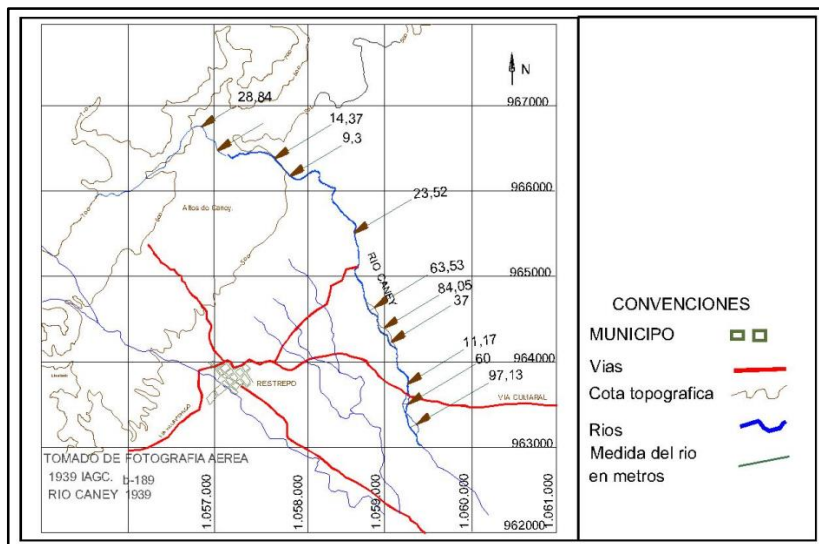
Foto 7. Rio Caney del año 1939.



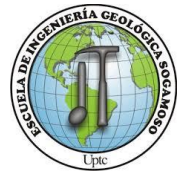
Fuente. IGAC

En esta fotografía se identifica el Rio Caney de color amarillo y se divide en tres zonas, para su respectivo estudio multitemporal; en rojo se resalta las vías principales y el Municipio de Restrepo.

IMAGEN 1.interpretación Rio caney del año 1939.

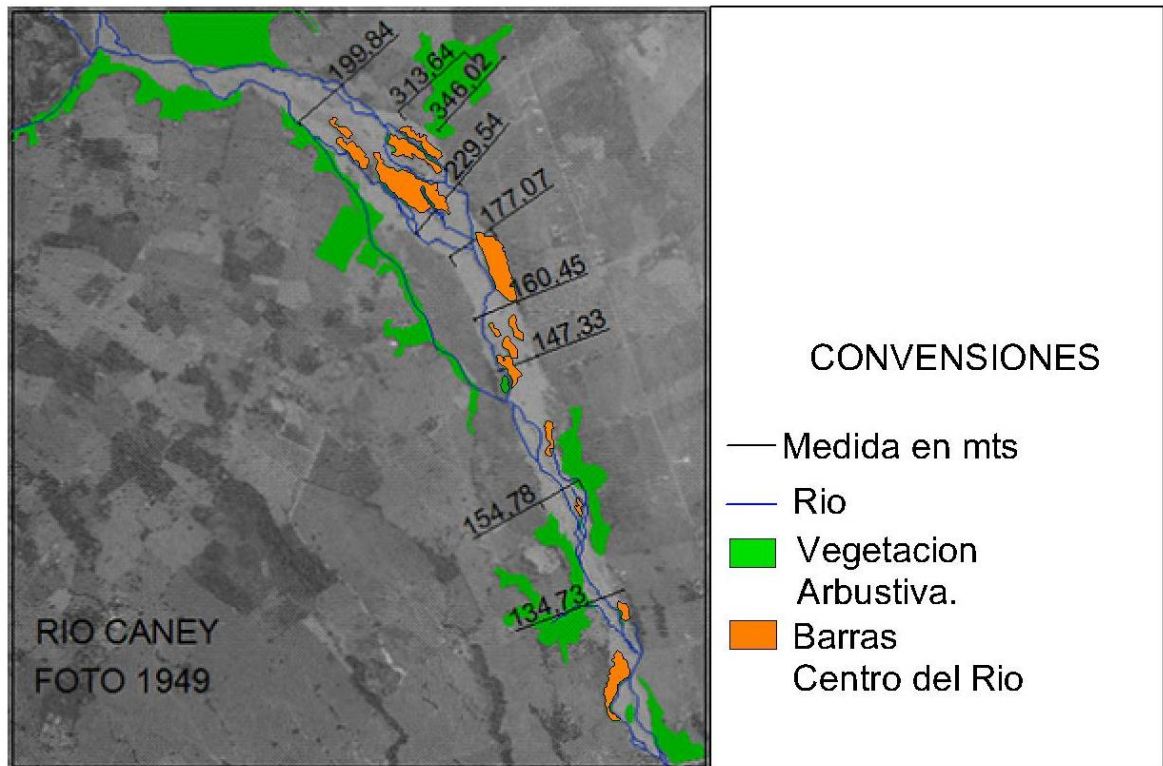


Fuente. Autores



En esta imagen se analizó, que el río tiene una amplitud de 97.3 metros, en la parte baja, donde se empiezan a formar algunos playones. En la parte alta se registró una amplitud del río de 28 metros y en la parte media se registró una medida de 84 metros de amplitud.

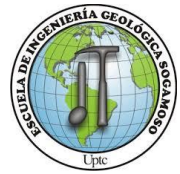
**Foto 8.** tomada de IGAC. Del Río Caney del año 1949. Para identificar medidas de amplitud.



Fuente IGAC

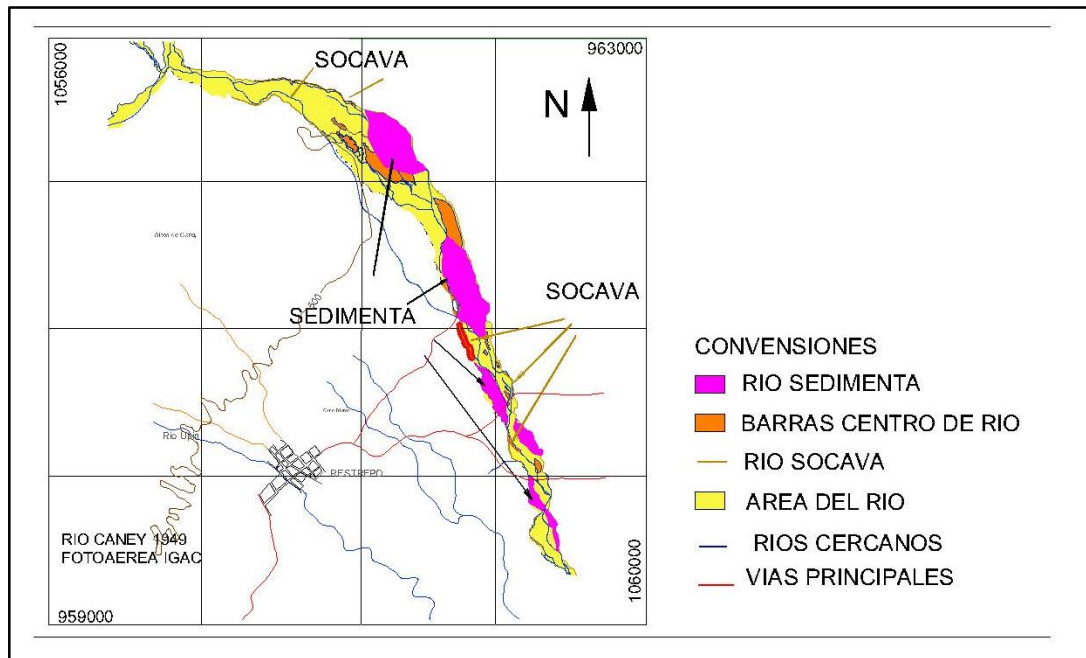
Se analizaron cambios en la vegetación, con respecto a la fotografía de 1949, que registra en las márgenes del río Caney, buena vegetaciones arbustiva; es importante evidenciar que el abanico aluvial ha perdido vegetación y se observaron zonas de pastoreo. La expansión del río formó grandes playones y depósito de material.

Se presenta erosión y grandes desprendimientos con acumulación de material de arrastre; se registran valores de amplitud del río, máximos de 313 mts en la parte



alta ,346 mts en la parte media y 154 mts en la parte baja del Rio Caney, donde el caudal pierde fuerza.

**IMAGEN 2:** extraída de la fotografía aérea del Rio Caney del año 1949.



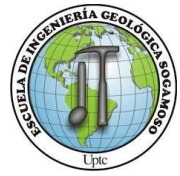
**Fuente.** Autores

Se observó en la imagen, como el rio presenta zonas de socavamiento y sedimentación considerables, también se identifican barras de acumulación en el centro de Rio Caney.

**Tabla 3:** Comparativa del ancho promedio del margen del Rio 1993-1949

Fotografías	Parte alta mts	Parte media mts	Parte baja mts
Año 1939	28	84	97
Año 1949	313	177	154

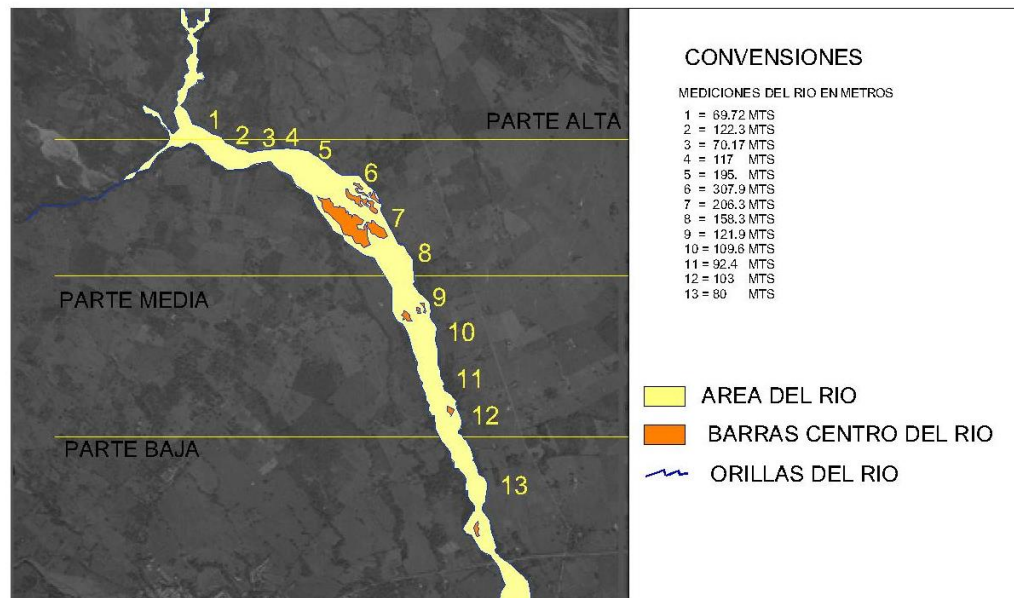
**Fuente.** Autores



Se analiza en la tabla, que el Rio Caney en los años, 1939 a 1949, presento una amplitud de 285 mts en la parte alta, 93 mts, en la parte media, 57 mts en la parte baja.

Fotografía tomada de IGAC. De 1987 para identificar medidas de amplitud.

**Foto 9:** Rio Caney del año 1987

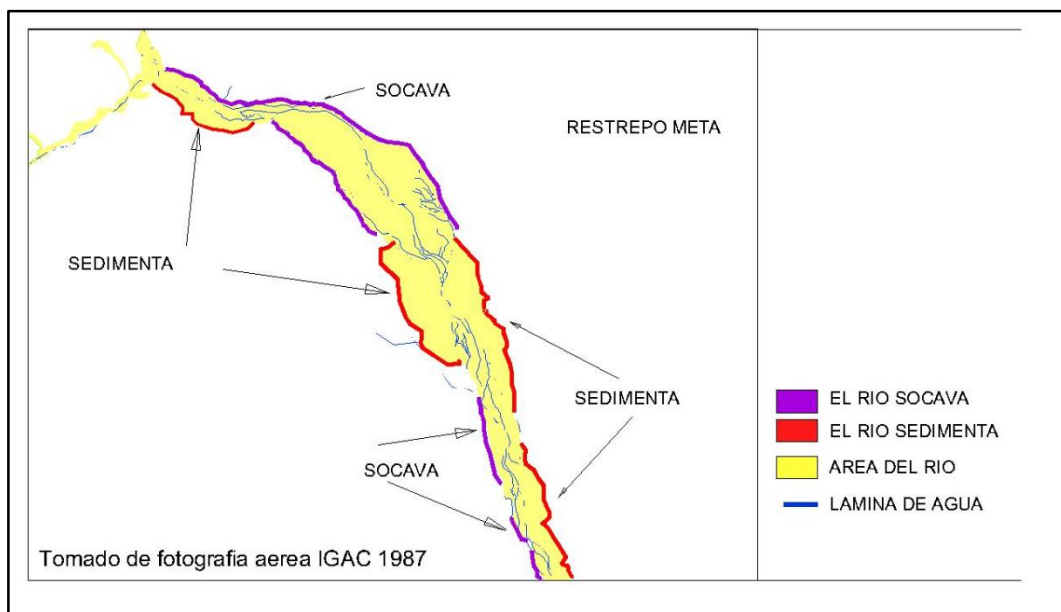


**Fuente.** IGAC

En esta imagen se relaciona la medición de amplitud del rio Caney y se determinó una amplitud en la parte alta de, 307 mts; en la parte media, una amplitud de 121 mts y en la parte baja una amplitud de 80 mts .



**IMAGEN 3:** Interpretación de la dinámica río caney del año 1987



**Fuente.** Autores

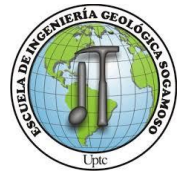
En las fotografías aéreas se identificaron las zonas de socavamiento y sedimentación del río Caney en el año 1987 y se graficaron en colores violeta y rojo respectivamente. También se determinó en color amarillo pálido la área del río Caney.

**Tabla 4:** comparativa de amplitud del margen del río Caney en el año 1939-1949-1987

Fotografías	Parte alta mts	Parte media mts	Parte baja mts
Año 1939	28	84	97
Año 1949	313	117	154
Año 1987	307	109	80

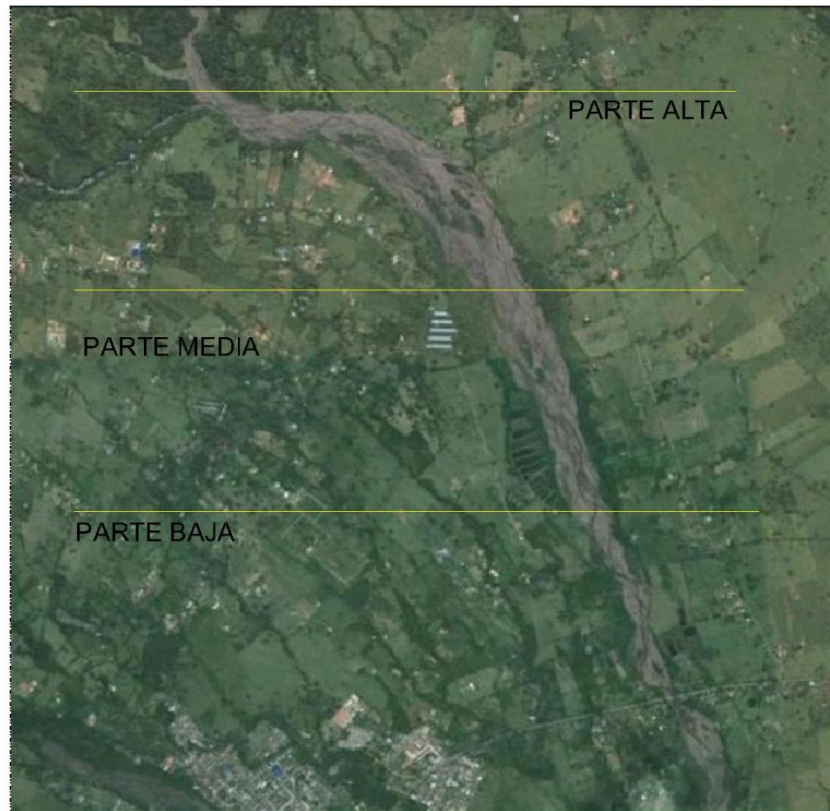
**Fuente.** Autores

Desde el año 1939, hasta el año 1987, se pudo analizar, que la parte alta del río Caney presenta una amplitud de 279 metros y en la parte media se reduce su amplitud, debido en este año las precipitaciones fueron bajas, en la parte baja se presenta una disminución considerable.



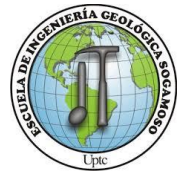
Dinámica actual del río Caney del año 2014

**IMAGEN 4:** Río Caney parte alta de año 2014



**Fuente.** google earth de marzo 23 de 2014.

Con esta imagen satelital, podemos identificar mejor las áreas y ver que la dinámica es más cambiante, para esto la hemos dividido en 3 partes la imagen y luego se harán las mediciones que necesaria.



**IMAGEN 5:** parte alta Rio Caney año 2014



**Fuente.** google earth de marzo 23 de 2014.

En este estudio se han medido los playones del rio Caney, con amplitud máximas de 366.2 metros.

El Rio tiende a socavar el margen derecho y se denota una disminución considerable en la vegetación; el rio se ha explayado formando pequeñas barras en el centro del rio de forma trenzada.

El Rio en este sector se comporta trenzado y deposita toda clase de tamaños desde finos hasta guijarros, es importante saber que en las partes altas del rio, se presentan desprendimientos que generaran represamiento y posteriores desbordamientos en este sector.





**IMAGEN 6:** Rio Caney parte centro del año 2014



**Fuente:** google earth de marzo 23 de 2014.

**E 1058323.3**

**N 965353.3 Altura 495mts.**

**Parte superior izquierda.**

En esta imagen el Rio Caney, se comporta de manera constante y se evidencian, cambios en la amplitud del Rio, con valores 279.3 metros.

Este comportamiento favorece la formación de barras medianas y una buena deposición en sedimentos de granulometría uniforme.

La velocidad de caudal es uniforme porque recorre una pendiente de 8 %.



**IMAGEN 7:** Rio Caney parte baja del año 2014



**Fuente:** google earth de marzo 23 de 2014.

E: 1058601

N: 964462 Altura 487 mts

Parte superior izquierda.

En esta imagen se analizó, amplitudes de 126 mts, el rio en este tramo se comporta de forma trenzada y divaga de lado alado generando buenos playones de deposición.

**Tabla 5:** comparativa de amplitud del margen del rio Caney en el año 1939-1949-1987-2014.

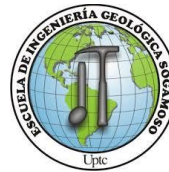
Fotografías	Parte alta mts	Parte media mts	Parte baja mts
Año 1939	28	84	97
Año 1949	313	117	154
Año 1987	307	109	80
Actual 2013	259	215	126

**Fuente.** Autores

Debido a la alta deforestación y las altas precipitaciones, se han producido grandes deslizamientos, con erosión hídrica.



La amplitud del río Caney se aumentó en 29 mts en la parte baja ; en la parte media aumento en 131 metros y en la parte alta aumento en 231 metros .



## 6 PARAMETROS MORFOMETRICOS DE LA CUENCA DEL RIO CANEY

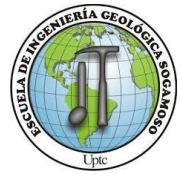
Con este estudio se puede establecer el comportamiento de una cuenca hidrográfica, mediante parámetros morfométricos, tales como: forma, relieve y red de drenaje; es importante para la modelación hídrica, en lo que se refiere a movimiento y captación del agua lluvia.

Los cauces que corren por el municipio de Restrepo, son ríos torrenciales de montaña trenzados, que presentan divagación de cauces, socavación de orillas, alta tasa de arrastre de materiales, desprendidos por la actividad de represamiento, que caracterizan a Restrepo y que en época de lluvias aumentan su caudal intensificando el proceso de gradación de las orillas desprotegidas. Presentan cuencas inestables, a causa de procesos de erosión, producto de la deforestación y el tipo de material parental que las conforman.

Por lo general las corrientes de Restrepo presentan drenajes subparalelos dendríticos en las cuencas altas y subparalelos en las partes bajas. El Municipio de Restrepo cuenta con 5 cuencas hidrográficas de mayor importancia: Quebrada Salinas, Río Upín, Río Caney, Caño Caribe y Río Guacavía chiquito; afluentes de la Cuenca del Río Guatiquía. Se presentan además cuencas hidrográficas de menos importancia como las cuencas de la Quebrada Negra, el Caño Mate Guadua, el Caño Sardineta, el Caño la Raya, en el cual se presenta unos nacaderos a la altura de la vereda Caney Bajo.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Estudio de ordenamiento territorial(2006) ,Restrepo



**Tabla 6:** parámetros morfométricos de la cuenca

Morfometría	Significado Morfométrico
Longitud del cauce principal (km):	A mayor longitud, mayor Tc. Está influido por la pendiente.
Elevación media (msnm):	Distribución espacial del escurrimiento y distribución térmica.
Área (km <sup>2</sup> ):	Tamaño relativo, a menor tamaño, menor capacidad de coleccionar agua y menor volumen de ésta. Se correlaciona directamente con su longitud e inversamente con la densidad de drenaje.
Desnivel (m):	Variación altitudinal, si es mayor hay más variedad climática y ecológica
Coef. de forma (Kf):	Grado de achatamiento. Valores altos indican tendencia a la concentración de aguas (formación de crecidas).
Coef. de compacidad (Kc):	Grado de circularidad. Valores cercanos a 1 indican tendencia a concentrar mayor volumen de escurrimiento.
Coef. de alargamiento (Li):	Valores cercanos a 1 corresponde a ríos cortos y por tanto, con mejor respuesta a las lluvias.
Coef. de masividad (Km):	Una cuenca montañosa implica mayor energía y mayor precipitación en general.
Orden:	Es el valor de la red de drenaje. Indica el grado de estructura que tiene. Un mayor orden indica mayor energía y mayor control estructural y en general, mayor erosión.
Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> ):	Valores altos indican mayor eficiencia de transporte y mayor velocidad de transporte.
Número de escurrimientos:	A mayor número mayor capacidad de coleccionar agua y mayor erosión.
Pendiente del cauce principal:	A mayor pendiente mayor velocidad de desplazamiento del agua, menor tiempo de concentración y menor infiltración.
Tiempo de concentración (Tc):	A mayor tiempo, mayor volumen de agua. También puede indicar un mayor escurrimiento.

**Fuente.** Análisis morfométrico de una cuenca agua

## 6.1 ÁREA DE LA CUENCA

Este parámetro se ha calculado por 3d max autodesk en su versión autocad.  
Dato de área: 24 km cuadrados .



**Tabla 7:** clases de tamaños de cuencas

Rangos de áreas	Clases de tamaño
12.5 – 35	Muy pequeña
35.5 – 58	Pequeña
58.5 – 81	Mediana
81.5 – 103.5	Grande

**Fuente.** Wikipedia.org, cuenca hidrográfica

## 6.2 PERÍMETRO

Este es un parámetro importante, que en conexión con el área nos permite inferir sobre la forma de la cuenca.

Para hallar este parámetro se usaron los programas con autocad, autodesk

Dato de perímetro: 23,016 Km.

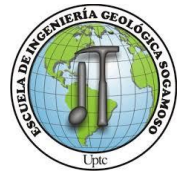
## 6.3 FORMA DE LA CUENCA

El análisis morfométrico de una cuenca es fundamental para comprender e interpretar su comportamiento morfodinámico e hidrológico, así como para inferir indirecta y cualitativamente sobre la estructura, características y formas de los hidrogramas resultantes, de eventos de crecidas. También permite analizar y comprender los elementos geométricos básicos del sistema que ante la presencia de externalidades (precipitaciones extremas), interactúan para originar o activar fenómenos de remoción en masa, vertientes y taludes torrenciales<sup>25</sup>.

**Factor de forma = (0.42667)**

---

<sup>25</sup> APARICIO MIJARES, Francisco Javier, Fundamentos de hidrología de superficie. Editorial Limusa, p 19



$$F = A/L^2$$

$$A = \text{Área} = 24 \text{ km}^2$$

$$L^2 = \text{Longitud de máximo recorrido} = 7.5 \text{ km}$$

Es un índice que permite establecer la tendencia morfológica general, en función de la longitud axial de la cuenca, y de su ancho promedio. Una cuenca tiende a ser alargada, si el factor de forma tiende a cero, mientras que su forma es redonda, en la medida que el factor forma tiende a uno.

Este factor, como los otros que se utilizan en este trabajo, es un referente para establecer la dinámica esperada de la Escorrentía superficial en una cuenca, teniendo en cuenta que aquellas cuencas con formas alargadas, tienden a presentar un flujo de agua más veloz, a comparación de las cuencas redondeadas, logrando una evacuación de la cuenca más rápida, por efectos de mayor desarrollo de energía cinética en el arrastre de sedimentos hacia el nivel de base, principalmente.<sup>26</sup>

**Tabla 8:** clases de valores de forma

Rangos de F	Clases de forma
.01 - .18	Muy poco achatada
.18 - .36	Ligeramente achatada
.36 - .54	Moderadamente achatada

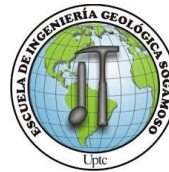
**Fuente.** Wikipedia.org, cuenca hidrográfica

## 6.4 ÍNDICE DE ALARGAMIENTO

Este índice propuesto por Norton relaciona la longitud máxima (L) encontrada en la cuenca medida en sentido del río principal y en el ancho máximo (I) medido en la cuenca en sentido perpendicular.

<sup>26</sup> APARICIO MIJARES, Francisco Javier, Fundamentos de hidrología de superficie. Editorial Limusa ,p20





$$I_a = \frac{Lm}{l}$$

Donde,

L = Longitud máxima = 7.5km

l = Ancho máximo = 4.5km Índice de Alargamiento es 1.69

Cuando el índice de alargamiento, toma valores mayores a la unidad, se trata de cuencas alargadas y para valores cercanos a uno, se trata de una cuenca cuya densidad de drenaje, presenta forma de abanico y puede tenerse un río principal corto.

**Tabla 9:** clases de valores del índices de alargamiento

Rangos de $I_a$	Clases de $I_a$
$I_a > 1$	Cuenca alargada
$I_a = 1$	Cuenca achatada

**Fuente.** Wikipedia.org, cuenca hidrográfica

## 6.5 ÍNDICE DE COMPACIDAD (KC)

El coeficiente de compacidad es una relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia con la misma superficie de la cuenca.

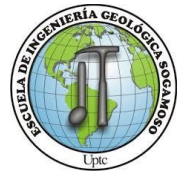
Los valores de Kc nunca serán inferiores a 1. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, lo cual quiere decir que, entre más bajo sea Kc, mayor será la concentración de agua.

Dónde:

$$Kc = 0.28 * \frac{P}{A^{1/2}}$$

Kc = 0.533





Donde

P = Perímetro = 23,016 Km      Valor de compacidad = 0,53

A = Área = 24 Km<sup>2</sup>

**Tabla 10:** clases de compacidad

Clases de compacidad	
Rangos de KC	
-1.25	Redonda a oval redonda
1.25 – 1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50 – 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente. Wikipedia.org, cuenca hidrográfica

## 6.6 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC)

Se define como el tiempo que dura el agua, desde el punto más lejano, en llegar al nivel de base o fin de la cuenca. Se puede definir en campo con colorantes o isótopos de hidrógeno, o por modelos matemáticos que tienen en cuenta variables como la longitud del cauce, pendiente, entre otras. El tiempo de concentración sirve para determinar, la torrencialidad potencial de una cuenca en función de sus características físicas.

$$T_c = (0.886 L^3 / H)^{0.385}$$

T<sub>c</sub> = Tiempo de concentración, en minutos .

L = Longitud del cauce principal, en kilómetros. = 7.5 Km

H = Diferencia de nivel en metros. = 247 mts.

$$T_c = (19,95) \text{ min}$$





**Tabla 11:** clase de valores tiempo de concentración en minutos

Rangos de $T_c$	Clases
0 – 41.7	Rápido
41.6 – 83.2	Moderado
83.3 – 125.1	Lento

Fuente. Wikipedia.org, cuenca hidrográfica

## 6.7 DESCRIPCION DEL DRENAJE

Es la medida del escurrimiento principal de la cuenca, medido desde la parte más alta hasta la salida. Este parámetro influye en el tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos. La longitud del cauce.

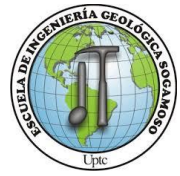
Dimensiones del Drenaje.

Longitud del cauce principal: (7.5 km)

**Tabla 12:** rango de valores de longitud del cauce principal km

Rangos de longitud	Clases
<6.9	Muy corto
6.9 – 10.9	Corto
11 – 15	Mediano
15.1 – 19.1	Largo

Fuente: Wikipedia.org, cuenca hidrográfica



## 6.8 PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL (S)

Establece la inclinación promedio que tiene los drenajes desde el nacimiento hasta su desembocadura. Se convierte en una base para determinar aspectos importantes como la capacidad de arrastre de sedimentos de distintos tamaños, área de posible inundación en crecidas, tiempo de concentración, etc.

$$S = \frac{H_{max} - H_{min}}{L}$$

Donde,

$H_{max}$  = Altura Máxima del Cauce = 0.685 km

$H_{min}$  = Altura Mínima del Cauce = 0.438 Km

L = Longitud del Cauce Principal = 7.5 Km

s = 0.0329

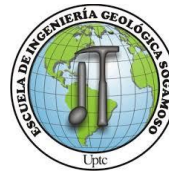
**Tabla 13:** clases de valores de pendiente del cauce principal (grados)

Rangos de pendiente	Clases
.01 – .05	Suave
.06 – .11	Moderada
.12 – .17	Fuerte

Fuente. Wikipedia.org, cuenca hidrográfica

## 6.9 DENSIDAD DE DRENAJE ( $D_d$ ):

La densidad de drenajes se refiere a la cantidad de drenajes expresada, en términos de longitud, en la superficie de una cuenca expresada en unidades de área. Principalmente se utiliza para determinar la disponibilidad hídrica de la cuenca, en cada uno de sus sectores, asumiendo directa proporcionalidad entre la densidad y la disponibilidad de agua en un área determinada. En este caso, se aplica para los cauces principales de cada cuenca.



Los factores que controlan la densidad de drenaje son: Los materiales geológicos duros y resistentes tales como, el granito, gneis, arenisca y cuarcitas, tienden a originar bajas densidades de drenaje. Esto es debido a que la erosión fluvial es difícil. En materiales blandos, tales como margas y arcillas; las cuencas por pequeñas que sean, pueden suministrar la escorrentía suficiente como para erosionar el cauce. Los materiales muy permeables, como las arenas o las gravas tienden a originar bajas densidades de drenaje, dado que la infiltración es grande<sup>27</sup>.

$$D_d = \frac{\sum l_i}{A}$$

Donde,

A: área en km<sup>2</sup>

li: longitud de cada cauce en Km

Dd = 1.7201

**Tabla 12:** clase de valores de densidad de drenaje

Rangos de densidad	Clases
.1 – 1.8	Baja
1.9 – 3.6	Moderada
3.7 – 5.6	Alta

**Fuente:** Wikipedia.org, cuenca hidrográfica

## 6.10 CLASIFICACIÓN CURVA HIPSOMÉTRICA

La curva hipsométrica es la representación gráfica de la variación altitudinal de una cuenca y se obtiene a partir de un plano topográfico tomándose los valores en porcentajes del área que están por debajo de una determinada altura, que inicialmente serán la del punto más bajo de la cuenca e irá aumentando de acuerdo a los valores de las cotas de la curva de nivel que encierra las franjas de terreno por ellas definidas y el punto de salida que es generalmente el sitio más bajo de la

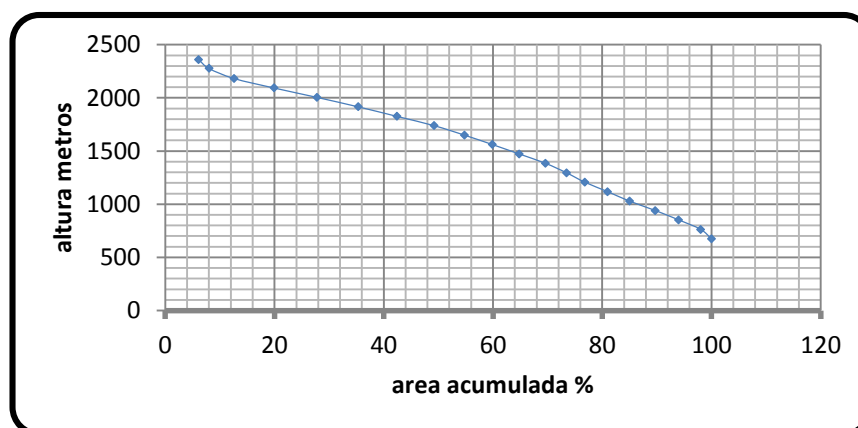
<sup>27</sup> ALFONSO PUENTES j ,análisis morfométrico de cuencas caso de estudio del parque nacional pico de tancitaro ,(2004), p 15



cuenca (VILLON, 2002). Se divide en tres zonas 1.-Zona donde predomina la producción de sedimentos y aguas (Ríos jóvenes). 2.- Zona donde predomina el transporte de ambos (Ríos maduros) 3.- Zona caracterizada por la deposición de sedimentos (Ríos en etapa de vejez).<sup>28</sup>

El rio caney genero una curva convexa y se asemeja en la gráfica de clasificación según villon y se puede concluir, que la cuenca es productor de sedimentos y agua, también se dice que se relaciona con un rio joven en su clasificación

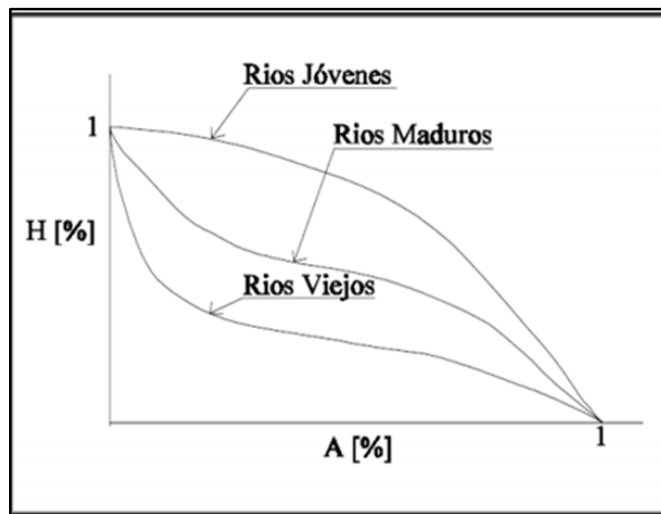
**Grafica 1: curva hipsométrica del Rio Caney**



**Fuente:** Autores

<sup>28</sup> Análisis morfométrico de una cuenca,(2013)recuperado el 10 de marzo 2015 de [www.aguaysig.com /2013/10/ análisis-morfométrico-de-una-cuenca.html](http://www.aguaysig.com/2013/10/análisis-morfométrico-de-una-cuenca.html)

**IMAGEN 8:** clasificación de la curva hipsométrica según villon



Fuente. [www.aguaysig.com](http://www.aguaysig.com)

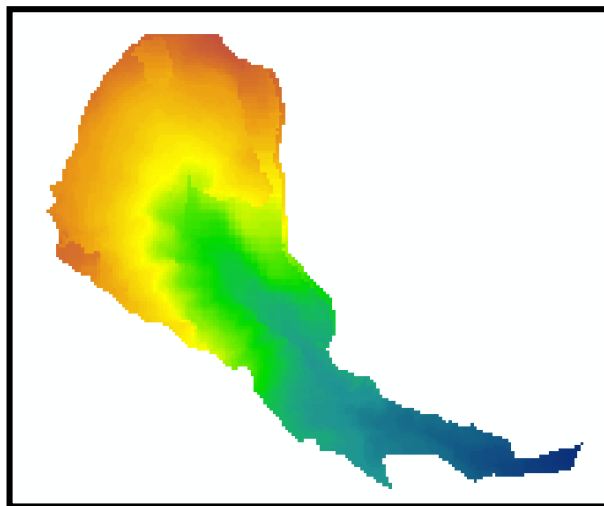
**Grafica 2:** Perfil Topográfico del Rio Caney



Fuente. Autores

Este perfil topográfico presenta pendientes suaves y es el contacto entre la sabana y el piedemonte.

**Grafica 3:** cuenca Rio caney



**Fuente.** Autores.

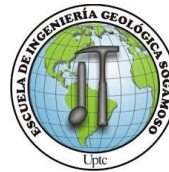
En esta gráfica se denota que es una cuenca alargada que retiene gran cantidad de volumen de agua, proveniente de la escorrentía.

**Tabla 13:** resultados de parámetros de la cuenca Rio Caney

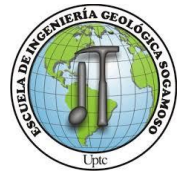
Morfometria	Combeima	Clasificación
Área cuenca (km <sup>2</sup> ).	24	Muy pequeña
Perímetro cuenca (km).	23	-----
Coefficiente de compacidad.	0.533	Redonda a oval redonda
Índice de Alargamiento	1.21	Alargada
Factor de forma.	0.426	Moderadamente achatada
Tiempo de concentración (min).	19.95	Rápido
Longitud cauce principal (km).	7.5	Muy Corto
Pendiente del cauce principal.	0.0209	Suave
Densidad de drenaje.	1.7201	Baja

**Fuente.** Autores





Se puede interpretar de la cuenca del rio caney, que es muy permeable con una infiltración alta, almacenadora de gran cantidad de agua proveniente de escorrentía, con una descarga rápida desde la parte alta transportando sedimentos y agua, para depositarlo en el nivel base.



## 7 GEOTECNIA

### 7.1 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD

En este estudio se requiere hacer geotecnia para saber, cual es la resistencia de los materiales de arrastre y conocer su utilización en la explotación minera, sin embargo por las pendientes identificadas y los deslizamientos presente en el área, sugerir posibles soluciones.

**Norte: 0982596 Altura: 458mts**

**Este: 1059338**

**Foto 10:** Afectaciones a infraestructuras



**Fuente .Autores**

En esta parte de las zapatas del puente se observa como, el muro sufre afectaciones: undimiento, fracturamiento, desnivel. Se puede observa que el muro se esta reclinando, asi el Rio Caney.



**Foto 11:** Afectaciones de la zapata del puente



**Fuente** .Autores

El deterioro en las zapatas del puente se presenta debido a las fuertes precipitaciones en la zona, y a la descarga rápida, que presenta la cuenca del río Caney que transporta gran cantidad de sedimentos produciendo deterioro en la parte baja.

**Norte: 0964057 Altura 475 mts**

**Este: 1055933**

**Foto 12 :** afectaciones en los gaviones



**Fuente:** Autores



Se puede observar las afectaciones en los gaviones, que se son de gran utilidad para que el río no se desborde cuando se presentan crecidas, en los meses más lluviosos, y prevenir posibles inundaciones.

**Foto 13.**Represamiento de material a los bordes del río

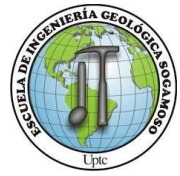


**Fuente:** Autores

Se debe realizar una limpieza y un mantenimiento adecuado a los bordes del río con el fin de evitar un represamiento que genere inundaciones. Cuando el cauce aumenta.

**Norte: 0963311 Altura 465 mts**

**Este:1059248**



**Foto 14 : socavamientos laterales**



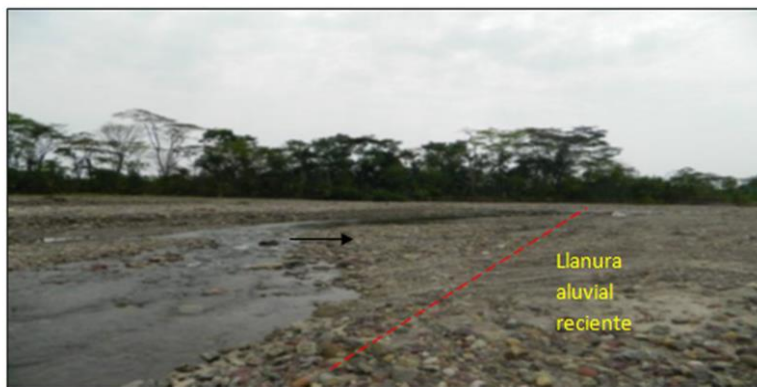
**Fuente.** Autores

En la fotografía se observan socavamientos laterales, que generan zonas inestables con una altura de 2.50 mts.

## **7.2 CARACTERIZACION DE ZONAS GEOCTENICAS**

- Llanura aluvial reciente (lar):

**Foto 15 llanura aluvial reciente**



**Fuente Autores**



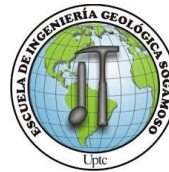
Se puede observar el comportamiento del río Caney en la parte baja como se está ampliando y depositando todo el material en los playones, la dirección de la corriente del río se está recostando al margen derecho.

**Tabla 14:** descripción llanura aluvial reciente

LITOLOGIA	silíceas, limos y arcillas poco consolidadas
PENDIENTE	La pendiente promedio de esta unidad oscila entre 7 – 3%.
GEOMORFOLOGIA	Superficies planas, alargadas, generalmente angostas, generadas por la dinámica fluvial del Río Caney, que deposita material fino en ambos márgenes.
HIDROGEOLOGIA	Área de recarga y acuífero potencial, ya que el material litológico presenta buenas características de permeabilidad y porosidad. Su emplazamiento horizontal permite que el agua lluvia percole a profundidad.
EROSIÓN	Erosión moderada a baja, con algunos procesos puntuales de escurrimiento difuso y socavación lateral de los depósitos, por acción del agua en época de alta pluviosidad
VEGETACIÓN	Bosque marginal de cauce y algunos bosques secundarios

**Fuente.** Estudio de Ordenamiento Territorial de Restrepo Meta.





➤ **Llanura aluvial de desborde (lad).**

**Foto 16 :** Llanura aluvial de desborde

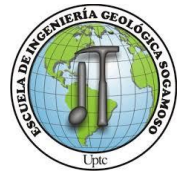


**Fuente.** Autores

**Tabla 15: Llanura aluvial de desborde**

<b>LITOLOGIA</b>	Depósitos de arenas, limos y arcillas de mediana consolidación
<b>PENDIENTE</b>	Las pendientes oscilan entre 0 y 2%
<b>GEOMORFOLOGIA</b>	Bancos y bajos, de morfología completamente plana.
<b>HIDROGEOLOGIA</b>	Depósitos cuaternarios con buenas características de permeabilidad y porosidad por lo cual son zonas de recarga hídrica y acuíferos potenciales.
<b>EROSION</b>	La susceptibilidad a los procesos de erosión es baja debido a que el área es casi plana y el grado de consolidación del material de los depósitos presenta moderada compacidad.
<b>VEGETACION</b>	Principalmente pastos naturales

**Fuente:** Estudio de ordenamiento territorial de Restrepo Meta



### 7.3 CARACTERIZACION DEL MATERIAL PETROGRAFICO

El material identificado en los depósitos aluviales recientes está conformado por fragmentos de roca redondeados a sub-redondeados con tamaños desde 1cm hasta 50 cm en matriz fina de arena grano medio, color gris oscuro y en menor proporción limos y arcillas. (Anexos de análisis de estudio de suelos).

Se realizó apiques para identificar las propiedades físicas, con el fin de clasificar su resistencia y su granulometría.

**Foto 17:** diámetros muestreo del material pétreo.



**Fuente.** Autores

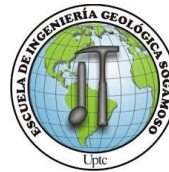
Se identificó que el material presenta diferente granulometría y diferente color debido a la presencia de la formación capas rojiza de guatiquia.

**Norte: 0963311**

**Este: 1059248**

**Altura: 465 mts**





**Foto 18:** recolección del material petreo



**Fuente.** Autores

Con esta muestra recolectada en campo obtuvimos parametros en laboratorio como son:

Clasificacion U.S.C GP

Clasificacion AASHTO A-1-a

Coeficiente de curvatura 36,3

Coeficiente de uniformidad 1,9

% Fraccion gruesa 99,6

% porcentaje del tamiz n 4 14,4

Se analizo el material que se puede utilizar como base y subbase en construccion de vias , presentando buena resistencia.

#### **7.4 DESLIZAMIENTOS EN EL MUNICIPIO DE RESTREPO EN LA VEREDA ALTOS DEL CANEY**

El río Caney nace en la parte en las estribaciones de la cordillera oriental, presenta una geometría hidráulica inestable debido al confinamiento que le genera la cordillera y el piedemonte y la libertad que le brinda la llanura.



**IMAGEN 9:** Demarcación de los deslizamientos parte alta Rio Caney



**Fuente.** google earth de marzo 23 de 2014

Este aporte de sedimentos proveniente de la parte alta del rio caney, lo originan los deslizamientos, debido a fuertes precipitaciones en la zona, y al tipo de material no consolidados, son arrastrados y llevados a las partes bajas, donde se realiza la deposición.

Clasificación de los deslizamientos en la zona alta del rio caney.

**Norte: 0966378    Altura: 807 mts**

**Este: 10054089**

**Foto 19: Deslizamiento rotacional**



**Fuente los Autores**



En los deslizamientos las salidas de las superficies circulares de rotura pueden ocurrir en diferentes partes del talud, la velocidad de estos movimientos varia de lenta a modernamente y se ve acelerada generalmente con las lluvias<sup>29</sup>..

**Norte: 0966368**

**Altura: 780 mts**

**Este: 10054085.**

**Foto 20: Deslizamiento detrítico**



**Fuente los Autores**

Debido a las fuertes precipitaciones y al tipo de material no consolidado, se reduce la cohesión y la fricción del material, presentando disminución en los esfuerzos cortantes, generando fenómenos de remoción en masa que le aportan al rio caney, volviendo las barras de cauce inestables<sup>30</sup>.

<sup>29</sup> ABRIL, Nebardo ,apuntes de estabilidad de taludes,(2005),p 45

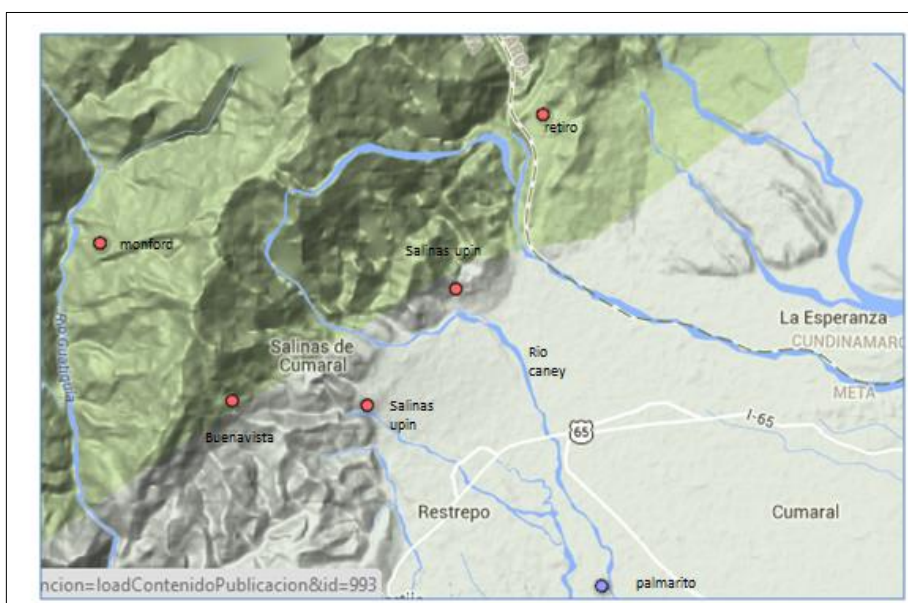
<sup>30</sup> idem ,p.47



## 8 HIDROLOGIA

De la base de datos del IDEAM, se recopiló información pluviométrica de las cuatro estaciones de estudio, para determinar los periodos de retorno del ciclo hidrológico, analizando los valores máximos mensuales multianuales de precipitación, se pudo identificar los años que presentaron fuertes precipitaciones, que provocaron deslizamientos en la parte alta del río caney, en el Municipio de Restrepo Meta.

**IMAGEN 10:** Estaciones Pluviométricas en Restrepo Meta

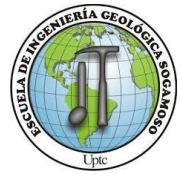


**Fuente:** IDEAM

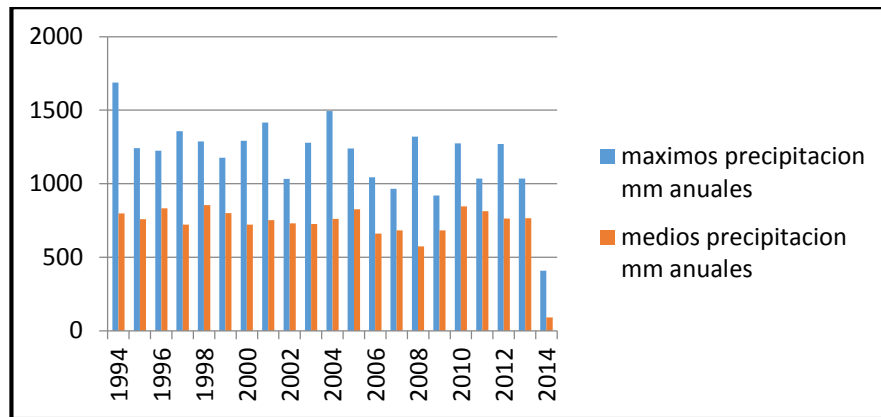
Las estaciones más cercanas al área de estudio están demarcadas con color rojo.

### 8.1 ESTACION BUENAVISTA

Resultados Estación 35030090 Buenavista Departamento meta:



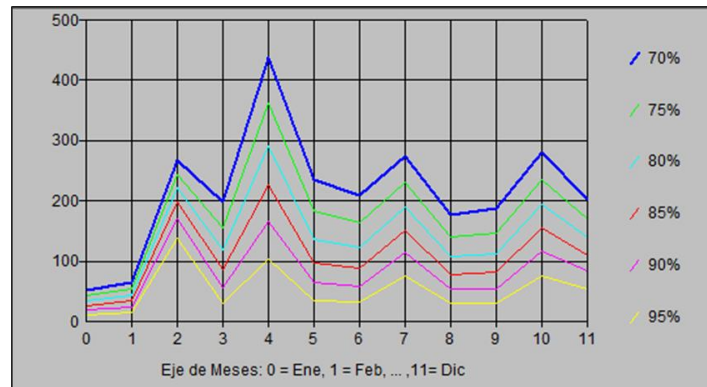
**Grafica 4:** Valores Máximos mensual multianuales de precipitación estación Buenavista mm.



Fuente. Autores

La estación Buenavista alcanzo su máximo valor de precipitación máximos mensual multianuales que fue de 1620 mm en el año 1994 y el resto de años su valor fue en promedio entre 1200 y 1300 mm de precipitación máxima mensual multianual, pero en el año 2004 hubo incremento considerable, de 168 mm de precipitación máxima mensual multianual.

**Grafica 5:** curva estacionaria Buenavista



Fuente. Autores

Se observa que abril, es el mes más lluvioso en esta estación.

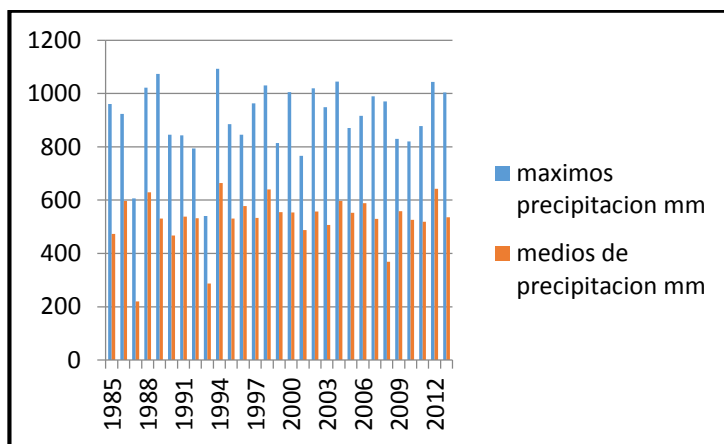




## 8.2 ESTACION MONFORD

Resultados de precipitación en la estación 35030020 monford departamento meta corriente chingaza:

**Grafica 6:** Valores Máximos mensual multianuales de precipitación estación monford mm



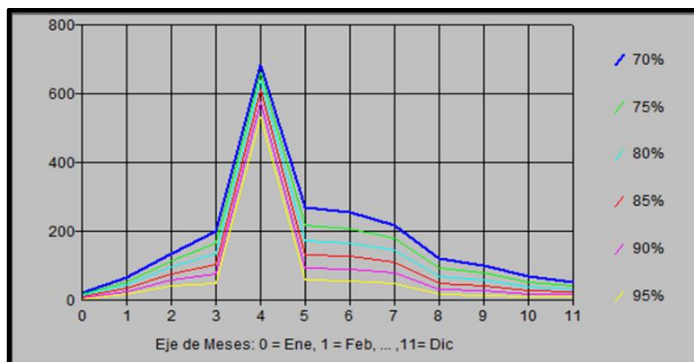
Fuente. Autores

En la estación monford su valor de precipitación máximos mensual multianuales fue de 1090 mm en el año 1994.

Se puede establecer que en los 28 años, solo en 6 años se presentan valores que pasan los 1000mm de precipitación máxima mensual multianuales, son los años 1989, 1998, 2004, 2012, 2013



**Grafica 7:** curva estacionaria monford



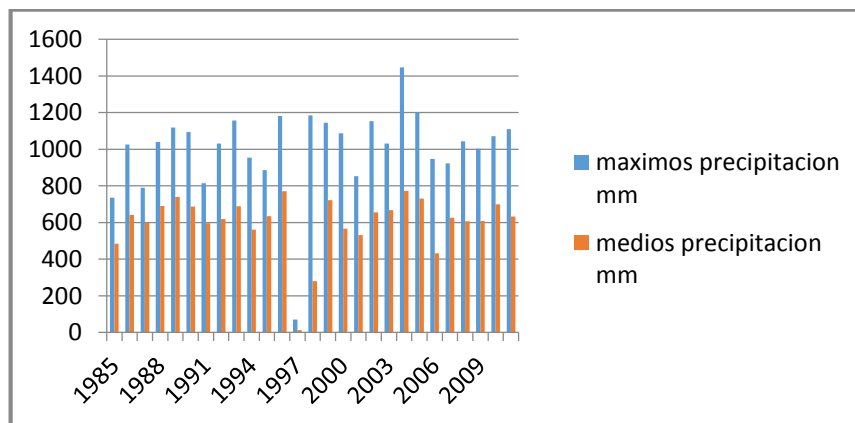
**Fuente.** Autores

Se puede establecer que el mes más lluvioso es abril, y el resto de meses no hay variaciones fuertes.

### 8.3 ESTACIÓN RETIRO

Resultados estación 35040010 el retiro precipitación corriente pirí:

**Grafica 8:** Valores Máximos mensual multianuales de precipitación estación el retiro (mm)



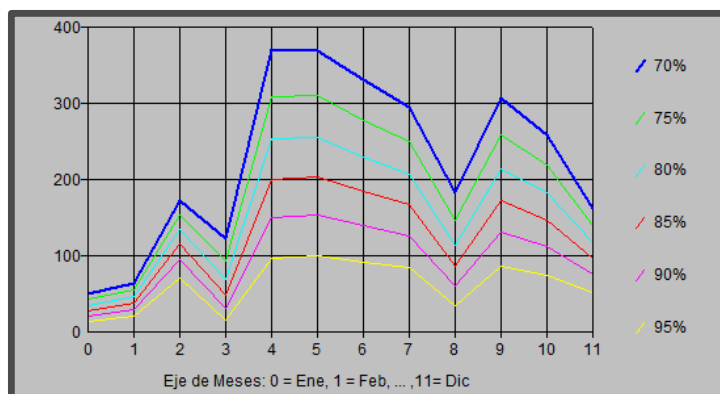
**Fuente.** Autores

Se puede observar desde el año 1986, hasta el 2011, se presenta uniformidad y todos los valores de precipitación máximos mensual multianuales, están entre 1000 y 1200 mm, siendo esta estación la que presentan mayores precipitaciones.





**Grafica 9 :curva estacionaria en el Retiro**

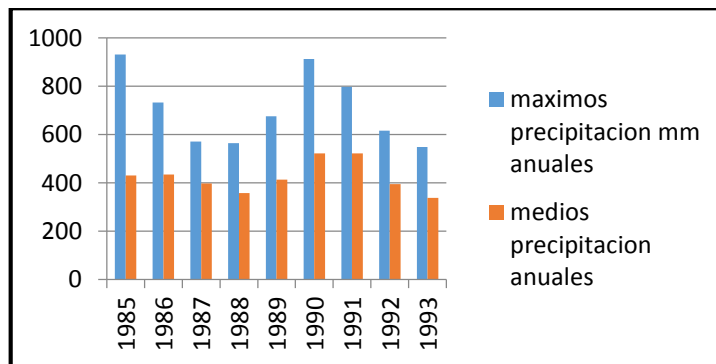


**Fuente.** Autores

Se observa en esta estación que abril y mayo son los meses, que presentan mayores precipitaciones, pero empieza a repetirse en septiembre nuevamente, por eso es que esta estación presenta fuertes precipitaciones.

#### 8.4 ESTACION SALINAS DE UPIN

**Grafica 10:** Valores Máximos mensual multianuales de precipitación estación salinas de Upin mm

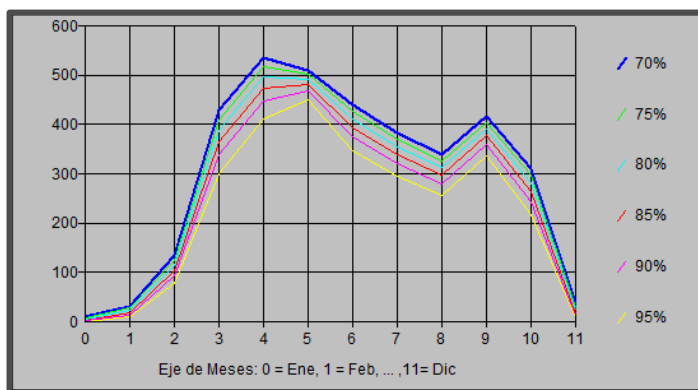


**Fuente:** Autores

Se puede observar que esta estación sus valores de precipitación máximos mensual multianuales esta entre 700 mm a 1000mm. Entre los años 1985 y 1990 presentaron valores altos de precipitación. Grafica 9: Curva estacionaria Salinas de Upin



curva estacionaria Salinas de Upin



Fuente: Autores

Entre los meses de marzo y abril presentan fuertes precipitaciones, se vuelve a repetir en el mes de septiembre.



## 9 INFILTRACION

Cantidad de agua que atraviesa verticalmente la superficie del suelo, producto de la acción de las fuerzas gravitacionales, y capilares, esta cantidad de agua quedara retenida en el suelo, o alcanzara el nivel freatico, del acuífero incrementando su volumen.<sup>31</sup>

Debemos tener en cuenta factores que afectan la velocidad de infiltración del terreno como son:

“Características físicas de la textura del suelo.

Carga hidráulica o lamina sobre la superficie del suelo.

Contenido de materia orgánica y carbonatos en el suelo.

Contenido de humedad del suelo inicial y saturación.

Grado de uniformidad en el perfil del suelo.

Acción microbiana en el suelo.

Temperatura del suelo y del agua.

Cobertura vegetal..

Uso del suelo.

Cantidad de aire atrapado en el suelo.

Lavado del material fino.

Compactación.”<sup>32</sup>

El perfil del suelo se puede dividir en cuatro zonas.

Zona de saturación y transición.

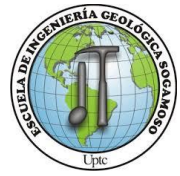
Zona de transmisión.

Zona de humedecimiento.

---

<sup>31</sup> . EDUARDO CHAVARRIN. Infiltración(2004), universidad agraria la molina,p.3

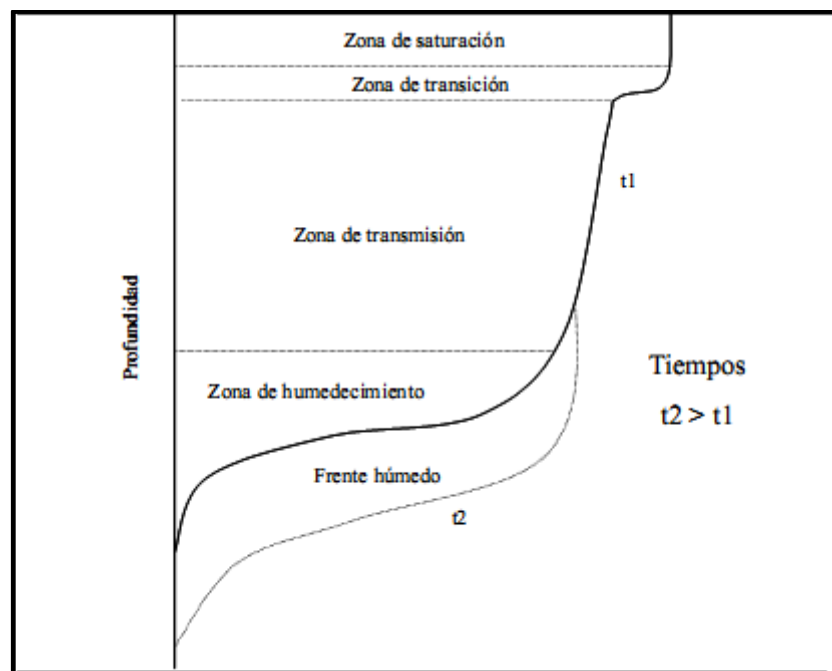
<sup>32</sup> Idem ,p 4



Frente de humedad.

La zona de saturación, es una región somera donde el suelo está totalmente saturado, por debajo de ella se ubica la zona de transición, el espesor de ambas zonas no cambia con el tiempo, bajo estas áreas se ubica la zona de transmisión de un espesor que se incrementa con la infiltración y cuyo contenido de humedad es ligeramente mayor, que la capacidad de campo, por último se tiene la zona de humedecimiento en la cual se une la zona de transición y el frente húmedo. Esta región termina abruptamente con una frontera entre el avance del agua y contenido de humedad del suelo.<sup>33</sup>

**Grafica 10: INFILTRACION**



**Fuente.** Tomado de la universidad agraria la molina hidrogeología aplicada Ing. Eduardo chavarrin.

<sup>33</sup>idem ,p.4



## 9.1 PRUEBAS DE INFILTRACIÓN EN LA PARTE ALTA DEL RIO CANEY EN MUNICIPIO RESTREPO META

Norte: 0966378

Este: 1054089

Altura: 807 mts.

Foto 21: Pruebas infiltración.



Fuente. Autores

Determinación de la velocidad de infiltración en los suelos.

Se determinó el coeficiente de infiltración

$$I = Dh * 600 / t.$$

Dónde:

I: Velocidad de infiltración en mm/hr.



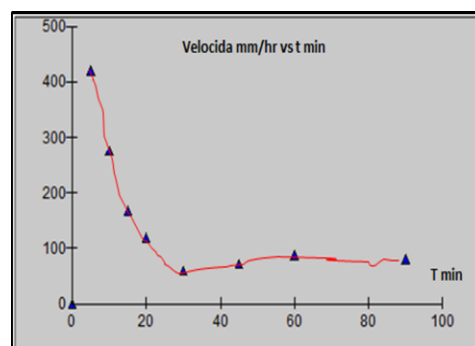
Dh: Diferencial de altura de agua (cm).

t: Diferencial de tiempo (m).<sup>34</sup>

**Tabla 16:** valores de infiltración en la parte alta

Tiempo minutos	Altura cm	Altura cm	Diferencial cm	Infiltración mm/ hr
0	20	20 cm	0	0
5	16.5		3.5	420
10	14.2		2.3	276
15	12.8		1.4	168
20	11.8		1	120
30	10.8		1	60
45	9		1.8	72
60		17.8	2.2	88
90		15.8	2	80

**Grafica 11:** Velocidad infiltración mm/hr parte alta



**Fuentes:** Autores

<sup>34</sup> PIZARRO & FLOREZ, módulos de curvas de infiltración(2004), sociedad estándares de ingeniería para aguas y suelos Ltda, P.4



Promedio de infiltración: 160 mm / hr **16.05 cm/ hr**. Llenado del cilindro a 20 cm.

## 9.2 PRUEBAS DE INFILTRACIÓN EN LA PARTE MEDIA DEL RIO CANEY EN EL MUNICIPIO RESTREPO META.

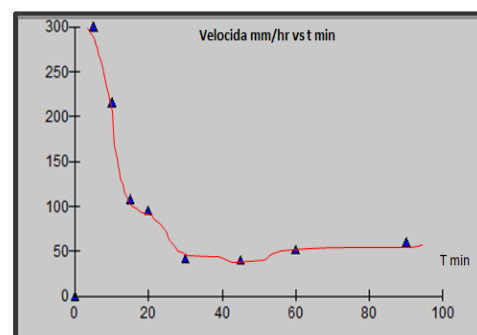
**Norte: 0966060**

**Este: 1055659**

**Altura: 644 mts**

**Tabla 17: valores de infiltración en la parte media**

Tiempo minutos	Altura cm	Altura cm	Diferencial cm	Infiltración mm/ hr
<b>0</b>	20	<b>20 cm</b>	0	0
<b>5</b>	17.5		2.5	300
<b>10</b>	15.7		1.8	216
<b>15</b>	14.8		0.9	108
<b>20</b>	14		0.8	96
<b>30</b>	13.2		0.7	42
<b>45</b>	12.2		1	40
<b>60</b>		18.7	1.3	52
<b>90</b>		17.2	1.5	60

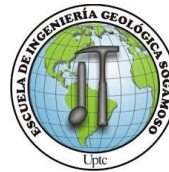


**Gráfica 12: Velocidad infiltración mm/hr parte media rio caney**

**Fuentes: Autores**

Promedio de infiltración: 114.2 mm/hr **11.425 cm/hr**





## Pruebas de infiltración en la parte baja del rio caney en el municipio Restrepo meta.

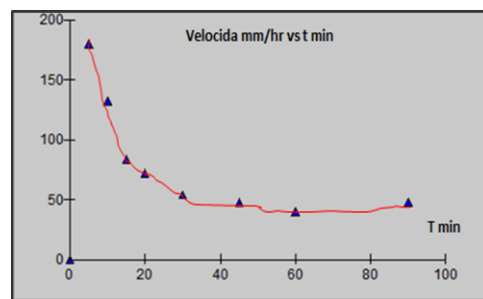
Norte: 0962825

Este: 1059338

Altura: 458 mts

**TABLA 18:** valores de infiltración en la parte baja

Tiempo minutos	Altura cm	Altura cm	Diferencial cm	Infiltración mm/ hr
0	20	20 cm	0	0
5	18.5		1.5	180
10	17.4		1.1	132
15	16.7		0.7	84
20	16.1		0.6	72
30	15.2		0.9	54
45	14	20 cm	1.2	48
60		19	1	40
90		17.8	1.2	48



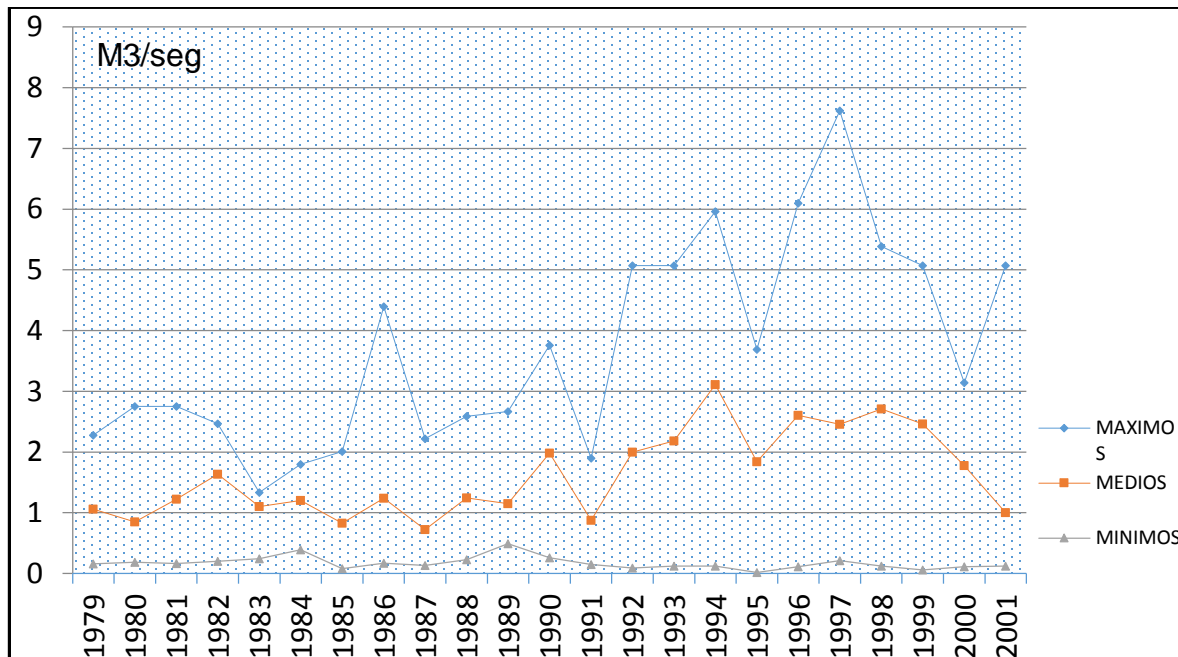
**Grafica 13:** Velocidad mm/hr parte baja rio caney

**Fuentes:** Autores

Promedio de infiltración: 82.25 mm/hr **8.225cm/hr**



**Grafica 14: Estación palmarito caudales máximos anuales m3/seg**



**Fuentes:** Autores

Se observa los caudales máximos de la estación palmarito en el departamento del meta, que los años 1986, 1994, 1997 presentaron aumentos de caudales, considerables.

### 9.3 AFOROS DE CAUDALES

Aforos

Parte alta rio caney Restrepo meta

Norte: 965821

Este: 1055050

Altura 769 mts



## Resultados

Valores iniciales:

Profundidad en el margen  $h_0 = 0$  m

Velocidad en el margen  $v_0 = 0$  m/s.

Longitudes, profundidades y velocidades en los tramos:

Tramo	L (m)	h (m)	v (m/s)
1	3.0	1.3	1.7
2	2.5	0.8	1.75
3	2.8	1.5	1.8

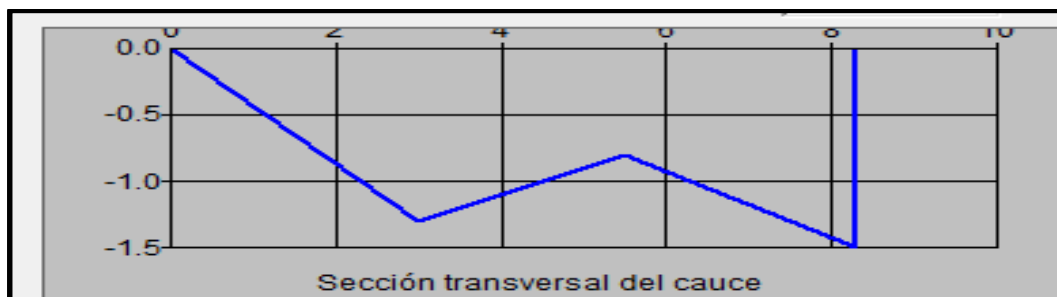
Resultados para los tramos de la sección transversal:

Tramo	Área (m <sup>2</sup> )	Velocidad (m/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
1	1.95	0.85	1.6575
2	2.625	1.725	4.5281
3	3.22	1.775	5.7155

**Caudal total de la sección:  $Q = 11.9011$  m<sup>3</sup>/s**



**Grafica 15:** Se observa la sección del cauce mediante el programa hidro su relación en metros



**Fuente.** Autores

Punto intermedio Rio Caney Restrepo Meta

Norte: 966060

Este: 1055659

Altura: 644 mts

Resultados

Valores iniciales:

Profundidad en el margen  $h_0 = 0$  m

Velocidad en el margen  $v_0 = 0$  m/s

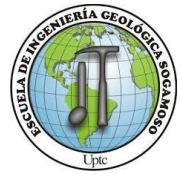
Longitudes, profundidades y velocidades en los tramos:

---

Tramo	L (m)	h (m)	v (m/s)
1	3.5	0.6	1.34
2	2.8	1.0	1.27
3	1.8	0.4	1.3

Resultados para los tramos de la sección transversal:

---



Tramo	Área (m <sup>2</sup> )	Velocidad (m/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
1	1.05	0.67	0.7035
2	2.24	1.305	<b>2.9232</b>
3	1.26	1.285	1.6191

Caudal total de la sección: **Q = 5.2458 m<sup>3</sup>/s**

**Grafica 16:** Se observa la sección del cauce mediante el programa hidro se relaciona en metros



**Fuente.** Autores

## PARTE BAJA RIO CANEY RESTREPO META

Norte: 0962825

Este: 1059338

Altura 458 mts

## Resultados

Valores iniciales:

Profundidad en el margen  $h_0 = 0$  m

Velocidad en el margen  $v_0 = 0$  m/s

EVALUACION GEOMORFOLOGICA, MULTITEMPORAL, HIDROLOGICA Y GEOTECNICA PARA EL AREA  
COMPRENDIDA EN LAS COORDENADAS N: 963019,58 E: 1059435, N: 963234, E: 1059435, N: 962712, E: 1059929,  
N: 962651, E: 1059651 MUNICIPIO DE RESTREPO META



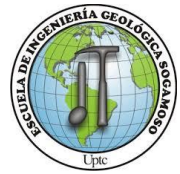
Longitudes, profundidades y velocidades en los tramos:

Tramo	L (m)	h (m)	v (m/s)
1	3.0	0.35	1.46
2	2.5	0.79	1.5
3	2.5	0.35	1.42

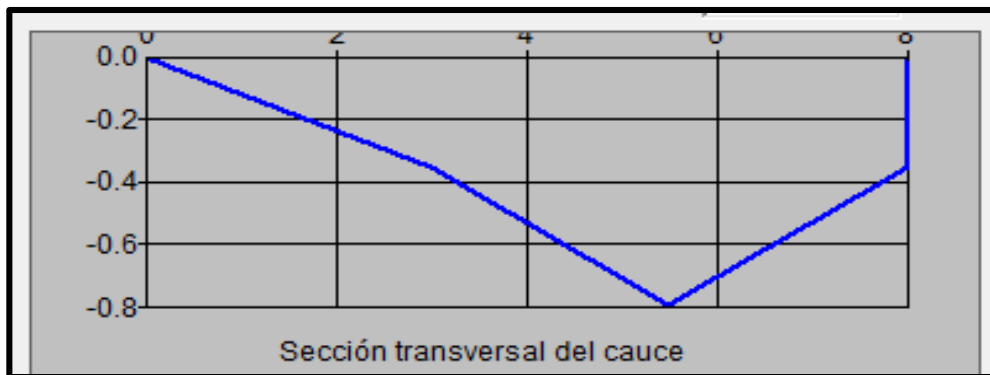
Resultados para los tramos de la sección transversal:

Tramo	Área (m <sup>2</sup> )	Velocidad (m/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
1	0.525	0.73	0.3833
2	1.425	1.48	2.109
3	1.425	1.46	2.0805

**Caudal total de la sección: Q = 4.5728 m<sup>3</sup>/s**



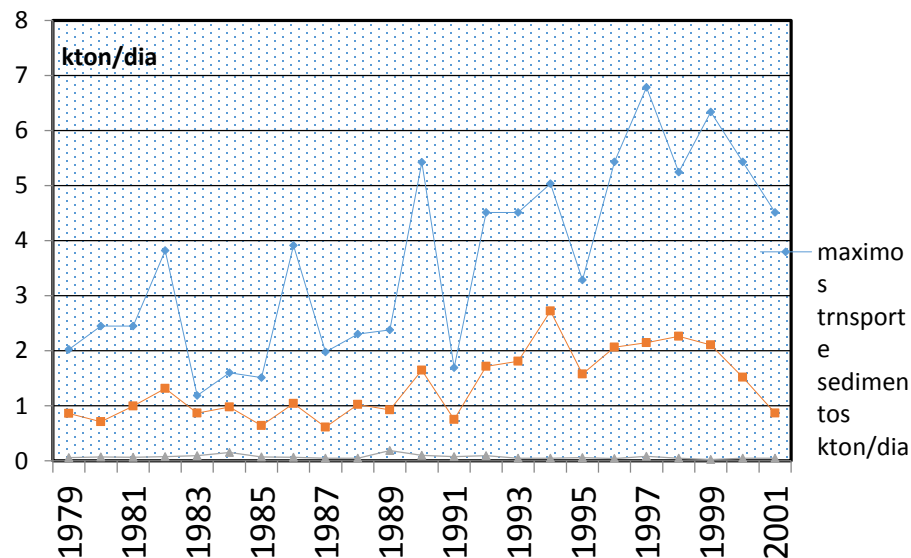
**Grafica 17:** Se observa la sección del cauce mediante el programa hidro se relaciona en metros



**Fuente.** Autores

Se analiza los caudales medidos en diferentes partes del rio y se puede establecer la sección transversal del cauce, en cada tramo medido, debido al cambio de pendiente los caudales disminuye.

**Grafica 18:** Valores máximos de transporte de sedimentos estación palmarito



**Fuente.** Autores





En el transporte de sedimentos se observa en la gráfica que los máximos valores son los años 1990,1994, 1997.1999.Como el aumento de la precipitación está en función del transporte de sedimentos. Se puede concluir 1982,1990, 1999 posibles deslizamientos, y gran aporte de sedimentos al cauce del rio caney.

#### **9.4 EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS LIMNIMETRICAS.**

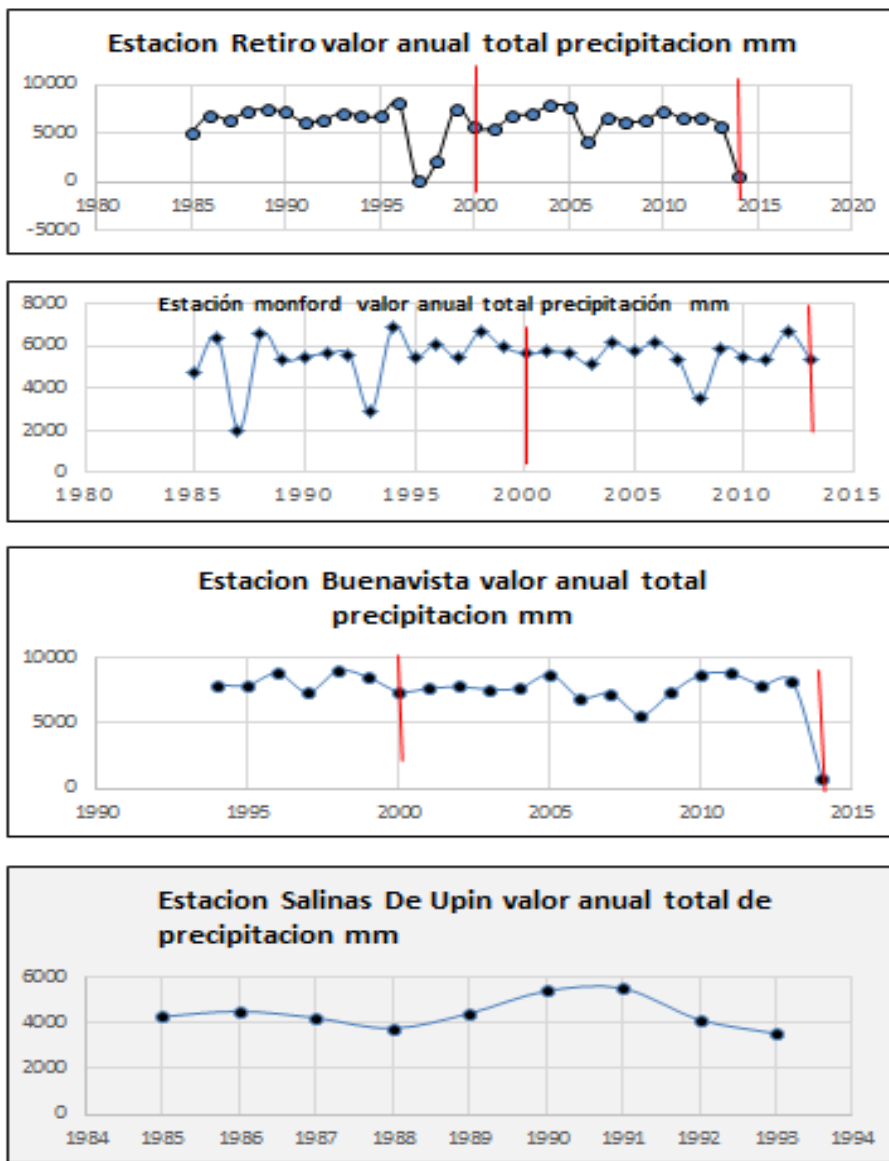
Las graficas describen la precipitacion total de las estaciones monfort ,salinas de upin , el retiro. Podemos concluir de ellas que el ciclo hidrogeologico se repite cada 15 años con un factor de retorno entre los años 2000 a 2015 este comportamiento se identifica en las tres estaciones , pero hay que tener en cuenta que los pico de precipitacion altos no son los referentes, se analizo el ciclo teniendo cuidado que en algunos caso el ciclo se repite cada 50 años dependiendo del tamaño de la cuenca y los calculos se pueden hacer mas aproximados cuando la cuenca es grande.

Este calculo nos sirve para predecir el periodo de terorno y recuperacion de el rio con su material de arrastre,hay que contemplar que el material de la cuenca es no consolidado y los deslizamientos estan regidos por las altas precipitaciones y estas no se prodrian predecir con exactitud , diferente a la sedimentacion que el rio experimenta en su ciclo normal.

para dar un diagnostico de estas prercipitaciones se requeriran estudios mas avanzados que puedan interpretar el movimiento global de las precipitaciones, como por ejemplo los fenomenos de niño con su ciclo .

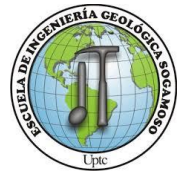


**Grafica 19:** valores maximos anuales de precipitacion

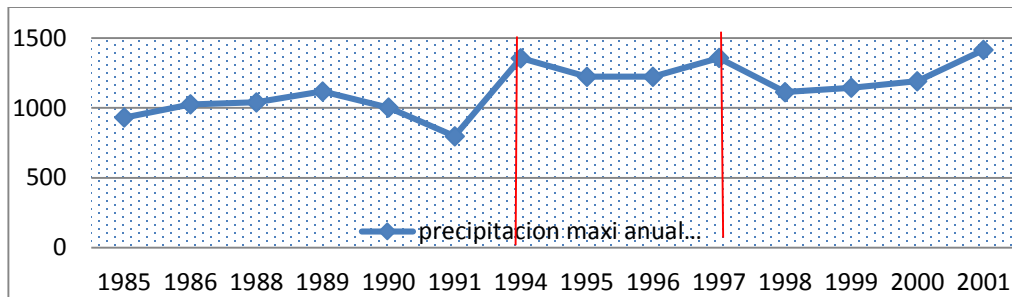


**Fuente .** Autores

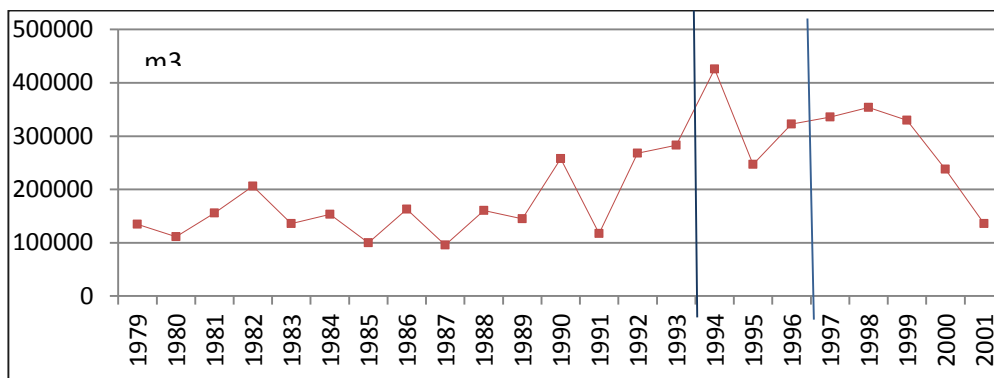
Relación directa entre la precipitación – caudal – transporte de sedimentos.



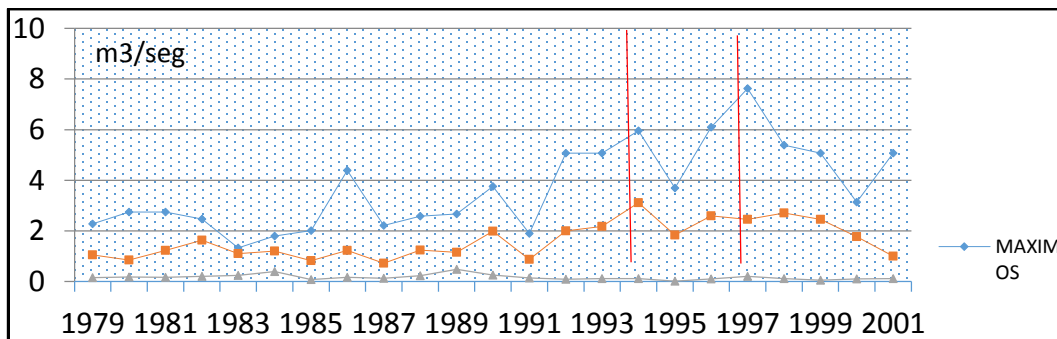
**Grafica 20:** Valores máximos anuales multimensuales puntuales de las cuatro estaciones



**Grafica 23:** Valor total de transporte de sedimentos m3 Estación palmarito 1979- 2001



**Grafica 24:** Caudal máximo anual multimensual m3/seg



**Fuente:** Autores

Se establece los picos más altos entre el año 1994, 1997 una relación directa entre precipitación caudal transporte de sedimentos, se puede deducir hubo desprendimiento de la parte alta de la cuenca aporte al río caney generando una buena recarga, proveniente de los deslizamientos que están alrededor del río caney



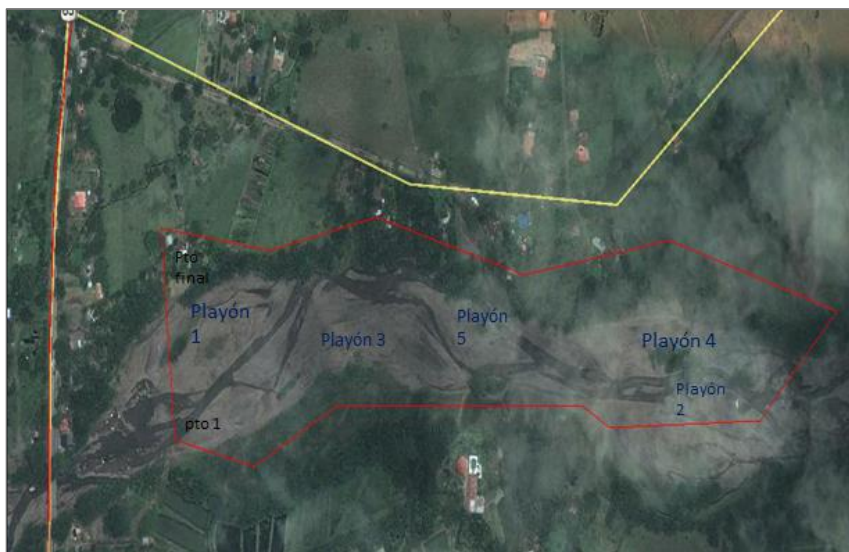
## 10 ESTIMACION DE LOS VOLUMENES

### 10.1 ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES DE MATERIAL DE ARRASTRE

Comprendido entre Norte inicial: 963575,950 Norte final: 963466.00

Este inicial: 1059163,200 Este final: 1059428.00.

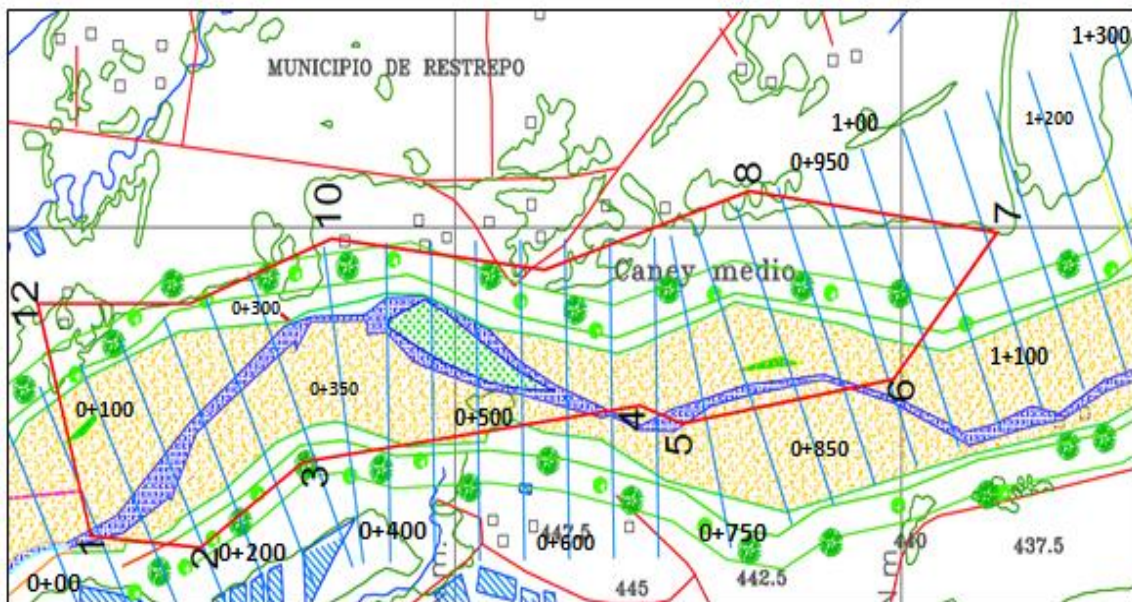
**IMAGEN 11:** Zona de estudio de los playones



**Fuente.** google earth

Área de estudio en el municipio de Restrepo meta, parte baja rio caney donde se hace mayor la deposición de material de arrastre debido a los cambios de pendientes que van desde 7 hasta 3 % en esta parte donde se extiende el abanico aluvial.

**IMAGEN 12:** Cortes topográficos



**Fuente.** Autores

Estimación de volúmenes de material de arrastre del rio caney mediante los perfiles topográficos.

Descripción de perfiles para el cálculo de reservas.

La fórmula utilizada corresponde a:

$$\text{Reservas} = \frac{A1 + A2}{2} * D * pe$$

Dónde:

A= área del perfil (metros cuadrados)

Ap= área Promedio (metros cuadrados)

Ds= Distancia entre perfiles (metro)

V= Volumen (metros cúbicos)

Pe= Peso específico 2,4 ton/m<sup>3</sup>



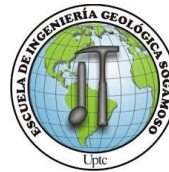
## 10.2 METODO DE LOS PERFILES

**Tabla 19:** cálculo de perfiles topográficos

PERFIL	AREA M2	AP	DS (Mts)	V (M3)	PE TON/M3	TON
0+00	319					
		<b>289</b>	50	<b>14275</b>	2,4	<b>34260</b>
0+50	252					
		<b>239</b>	50	<b>11925</b>	2,4	<b>28620</b>
0+100	225					
		<b>225</b>	50	<b>11250</b>	2,4	<b>27000</b>
0+150	225					
		<b>226</b>	50	<b>11300</b>	2,4	<b>27120</b>
0+200	226					
		<b>464</b>	50	<b>23200</b>	2,4	<b>55680</b>
0+250	238					
		<b>302</b>	50	<b>15075</b>	2,4	<b>36180</b>
0+300	365					
		<b>291</b>	50	<b>14550</b>	2,4	<b>34920</b>
0+350	217					
		<b>238</b>	50	<b>11875</b>	2,4	<b>28500</b>
0+400	258					
		<b>230</b>	50	<b>11500</b>	2,4	<b>27600</b>
0+450	202					
		<b>132</b>	50	<b>6600</b>	2,4	<b>15840</b>
0+500	61					
		<b>58</b>	50	<b>2900</b>	2,4	<b>6960</b>
0+550	55					
		<b>68</b>	50	<b>3375</b>	2,4	<b>8100</b>
0+600	80					
		<b>67</b>	50	<b>3350</b>	2,4	<b>8040</b>

EVALUACION GEOMORFOLOGICA, MULTITEMPORAL, HIDROLOGICA Y GEOTECNICA PARA EL AREA  
COMPRENDIDA EN LAS COORDENADAS N: 963019,58 E: 1059435, N: 963234, E: 1059435, N: 962712, E: 1059929,  
N: 962651, E: 1059651 MUNICIPIO DE RESTREPO META



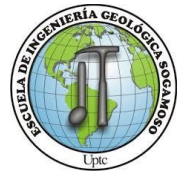


0+650	54					
		<b>118</b>	50	<b>5900</b>	2,4	<b>14160</b>
0+700	182					
		<b>171</b>	50	<b>8550</b>	2,4	<b>20520</b>
0+750	160					
		<b>189</b>	50	<b>9425</b>	2,4	<b>22620</b>
0+800	217					
		<b>231</b>	50	<b>11550</b>	2,4	<b>27720</b>
0+850	245					
		<b>235</b>	50	<b>11750</b>	2,4	<b>28200</b>
0+900	225					
		<b>202</b>	50	<b>10075</b>	2,4	<b>24180</b>
0+950	178					
		<b>496</b>	50	<b>24775</b>	2,4	<b>59460</b>
1+00	813					
		<b>670</b>	50	<b>33500</b>	2,4	<b>80400</b>
1+50	527					
		<b>530</b>	50	<b>26475</b>	2,4	<b>63540</b>
1+100	532					
		<b>431</b>	50	<b>21550</b>	2,4	<b>51720</b>
1+150	330					
		<b>290</b>	50	<b>14475</b>	2,4	<b>34740</b>
1+200	249					
<b>TOTAL</b>		<b>6392</b>		<b>319.200</b>		<b>766.080</b>

**Fuente.** Autores

Mediante el método de los perfiles se puede estimar el volumen de material de arrastre Comprendido entre Norte inicial: 963575,950 Norte final: 963466.00 Este inicial: 1059163,200 Este final: 1059428.00.





Un volumen de 319.200 m<sup>3</sup> para una estimación de 766.080 toneladas.

### 10.3 METODO GUMBEL

La distribución de Gumbel ha sido utilizada con buenos resultados para valores extremos independientes de variables meteorológicas y parece ajustarse bastante bien a los valores máximos de la precipitación, caudales, transporte de sedimentos en diferentes intervalos de tiempo y después de muchos años de uso parece también confirmarse su utilidad en los problemas prácticos de ingeniería de dimensionamiento de redes de drenaje y diversas obras hidráulicas.

- Ajuste a la función de gumbel
- Definición de la función de gumbel

$$u = \bar{x} - 0.450047S \quad (3)$$

$$\frac{1}{d} = 0.779696S \quad (4)$$

donde:

$\bar{x}$  = media aritmética de la serie de datos considerados.

$S$  = desviación típica de la muestra de datos considerados.

Una variable aleatoria  $E$  sigue una distribución de probabilidad de Gumbel, si:

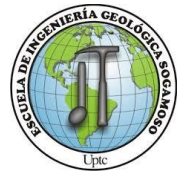
$$F(X) = P[\varepsilon \leq X] = e^{-e^{-d(x-u)}} \quad \text{con } -\infty \leq x \leq \infty \quad (1)$$

y donde  $x$  presenta el valor a asumir por la variable aleatoria, con  $d$  y  $u$  parámetros y  $e$  base de los logaritmos neperianos.

Despejando  $x$  de (1), queda;

$$x = u - \frac{\ln(-\ln F(X))}{d} \quad (2)$$

Periodo de retorno en años



$$F(x) = 1 - 1 / T.$$

**Tabla 20:** de transporte de sedimentos Estación Palmarito Restrepo Meta

<b>Años</b>	<b>Mínimos kton/día</b>	<b>Medios kton/día</b>	<b>Máximos kton/día</b>
<b>1979</b>	0.060672	0.8611887	<b>2.02475</b>
<b>1980</b>	0.071808	0.71079433	<b>2.4475</b>
<b>1981</b>	0.0636	0.99387583	<b>2.4475</b>
<b>1982</b>	0.07758	1.31704133	<b>3.8181</b>
<b>1983</b>	0.09408	0.8697175	<b>1.18815</b>
<b>1984</b>	0.150528	0.978117	<b>1.602</b>
<b>1985</b>	0.07296	0.63804667	<b>1.513</b>
<b>1986</b>	0.066048	1.04162183	<b>3.9124</b>
<b>1987</b>	0.04992	0.609702	<b>1.9758</b>
<b>1988</b>	0.045312	1.02672	<b>2.30421</b>
<b>1989</b>	0.18816	0.9269975	<b>2.3763</b>
<b>1990</b>	0.09984	1.64539	<b>5.424</b>
<b>1991</b>	0.07872	0.74968133	<b>1.691</b>
<b>1992</b>	0.095232	1.71310417	<b>4.513</b>
<b>1993</b>	0.04608	1.8066175	<b>4.5123</b>
<b>1994</b>	0.059904	2.7212	<b>5.0344</b>
<b>1995</b>	0.042624	1.578189	<b>3.2841</b>
<b>1996</b>	0.080064	2.061935	<b>5.429</b>
<b>1997</b>	0.046	2.1464445	<b>6.7818</b>
<b>1998</b>	0.02688	2.259575	<b>5.2429</b>
<b>1999</b>	0.04608	2.10612833	<b>6.3368</b>
<b>2000</b>	0.04608	1.51937633	<b>5.429</b>
<b>2001</b>	0.095232	0.868031	<b>4.513012</b>
<b>2001</b>	0.0987		

Fuente: HIMAT



Mediante los datos de la estación palmarito de transporte de sedimentos kton/día desde 1979-2001 años

**Determinamos los periodos de retorno, comprendidos 5, 10, 15, 20 25 años.**

Media aritmética anual: 3,6953546

Desviación típica: 1.709655006

U: 5,548356384

d: 0.75018126

**Tabla 21 : factor de recobro**

Periodos de retorno T años	$F(x) = 1 - 1 / T$	Xi transporte sedimentos kton/día maxi anuales
5	0.8	7,54778
10	0.9	8,54811
15	0.9333	9,105607
20	0.95	9,50765
25	0.96	9,81203

**Fuente.** Autores

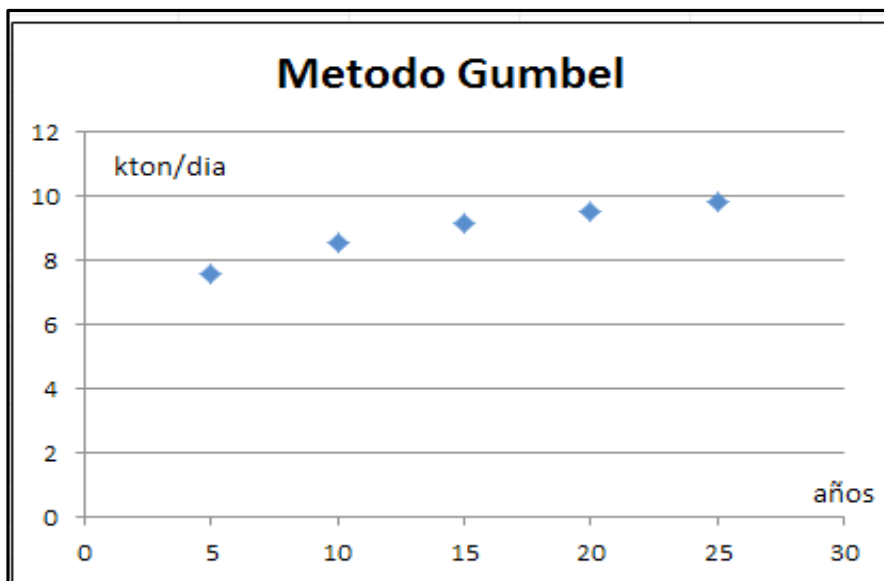
Reservas ton + factor recobro gumbel = toneladas totales

**Tabla 22 : Reservas medidas mediante método gumbel**

Periodos retorno T años	Toneladas	Factor recobro gumbel	Total toneladas
5	766.080	7547.78	773.628
10	766.080	8548.11	774.628
15	766.080	9105.607	775.186
20	766.080	9507.65	775.588
25	766.080	9812.03	775.892

**Fuente.** Autores

**Grafica 21:** Linealización del método de gumbel periodos de retorno



Fuente. Autores

**Tabla 23: Transporte de sedimentos kton/día desde 1979 hasta 2001**

**Estación Palmarito**

MESES	1979	1980	1981	1982	1983
enero	0.060672	0.175104	0.06336	0.94656	0.104064
febrero	0.36096	0.071808	0.26688	0.077568	0.09408
marzo	0.0864	0.08064	0.282624	0.08832	0.206976
abril	0.68441	0.73247	0.62033	1.8245	1.424
mayo	1.09559	0.46458	1.57975	1.77288	1.424
junio	1.17925	2.4475	1.4596	1.35458	1.07334
julio	0.65237	0.68441	1.3795	2.07014	1.18815
agosto	1.98025	0.68441	1.80225	0.801	0.8633
septiembre	0.60431	0.52332	2.4475	3.8181	1.335
octubre	1.3795	1.44981	0.38448	2.19385	1.05465
novi	2.02475	1.1214	1.3795	0.69687	1.05465
diciembre	0.225792	0.09408	0.260736	0.160128	0.6144



MESES	1984	1985	1986	1987	1988
enero	0.333312	0.07296	0.114816	0	0.08832
febrero	0.187008	0.0384	0.066048	0.04992	0.045312
marzo	0.166656	0.03072	0.066048	0.08832	0.16512
abril	0.75383	0.68085	2.66822	0.3115	0.3471
mayo	1.602	1.513	0.4984	0.4984	2.30421
junio	1.335	1.14988	0.8633	0	1.1036
julio	1.424	0.40495	2.1627	1.246	1.4685
agosto	1.513	0.93183	0.3115	0.8633	2.10485
septiembre	1.246	0.83215	0.68085	0.3115	1.2905
octubre	1.602	0.73158	0.8633	1.7889	1.4685
novi	1.424	0.4984	3.91244	1.9758	1.4685
diciembre	0.150528	0.77184	0.29184	0.182784	0.4608

MESES	1989	1990	1991	1992	1993
enero	0.268416	0.09984	0.07872	0.28608	0.28608
febrero	0.18816	0.6528	0.054912	0.095232	0.04608
marzo	0.18816	0.09984	0.0576	0.03456	0.30336
abril	0.996444	5.429	1.335	1.958	3.0972
mayo	1.66875	1.691	1.691	4.005	1.5575
junio	2.3763	5.429	1.335	3.204	0.47081
julio	1.33144	3.3464	0.7654	2.06747	3.204
agosto	1.8334	0.5429	0.7654	2.5632	3.1328
septiembre	0.63546	0.4005	0.7654	4.5123	4.5123
octubre	0.6853	1.4774	1.0324	0.5162	1.6376
novi	0.71022	0.34176	1.0324	1.157	2.848
diciembre	0.24192	0.23424	0.082944	0.158208	0.58368

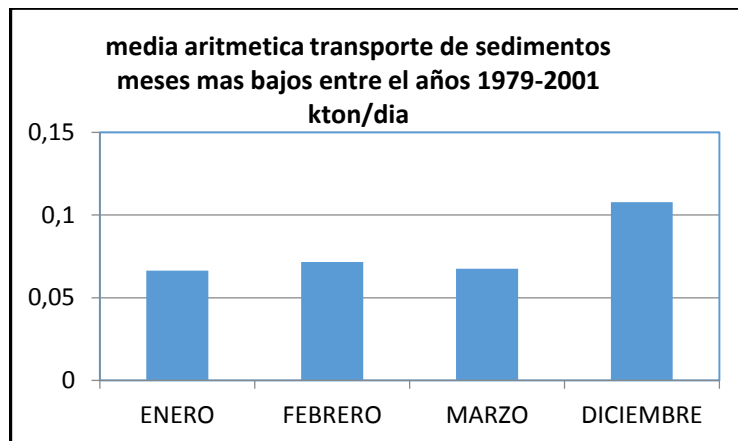
Fuente: IDEAM

MESES	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
enero	0.08064	0.04224	0.04224	0.101376	0.04608	0.02688	0.04608	0.08064
febrero	0.059904	0.0072192	0.042624	0.08064	0.179712	0.4992	0.04224	0.04608
marzo	0.2496	0.42816	0.073728	0.101376	0.2984448	0.02304	0.308736	0.08064
abril	5.5803	0.7654	0.60164	0.41652	4.79532	6.3368	0.801	0.5162
mayo	4.419384	1.958	1.19705	5.429	4.0762	1.958	5.429	2.7946
junio	1.9758	2.848	2.3852	3.204	2.3852	2.7946	1.5575	2.3852
julio	3.9249	1.5575	1.5575	6.7818	2.7946	1.5575	1.157	4.513012
agosto	3.80475	3.026	3.04024	1.758462	5.429	2.9993	2.7946	0
septiembre	3.80475	1.75775	5.429	5.429	2.3852	1.958	1.157	0
octubre	5.3044	3.2841	2.7946	0.41652	1.0858	4.5123	2.3852	0
novi	3.40425	3.204	5.429	1.958	2.7946	2.3852	2.3852	0
diciembre	0.04608	0.059904	2.1504	0.08064	0.8448	0.22272	0.16896	0

EVALUACION GEOMORFOLOGICA, MULTITEMPORAL, HIDROLOGICA Y GEOTECNICA PARA EL AREA  
COMPRENDIDA EN LAS COORDENADAS N: 963019,58 E: 1059435, N: 963234, E: 1059435, N: 962712, E: 1059929,  
N: 962651, E: 1059651 MUNICIPIO DE RESTREPO META



**Grafica 22 : media aritmética transporte de sedimentos**



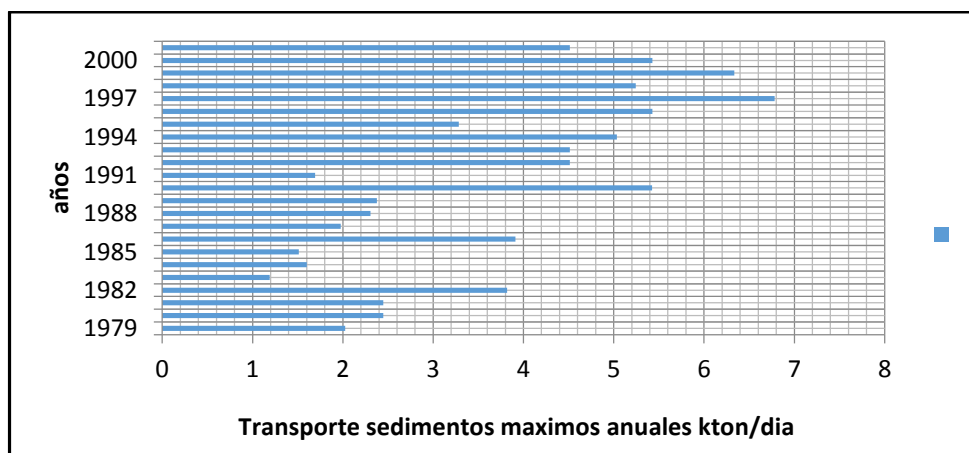
**Fuente.** Autores

Analizando durante el transcurso de 22 años. Desde 1979 hasta 2001, los valores bajos de transporte y sedimentos los registra los meses enero febrero marzo y diciembre que no aportan tanta recarga al río Caney.

Durante este periodo de tiempo los volúmenes de material de arrastre disminuyen.

Media aritmética para periodos más bajos de transporte de sedimentos entre los años 1979 hasta 2001 estación palmarito Restrepo meta.

**Grafica 23: Valores máximos de transporte de sedimentos kton/día**



**Fuente .** Autores



El año 1994, y 1997 presentaron mayor transporte de sedimentos, debido al aumento de precipitación en la zona.





## 11 CONCLUSIONES.

- Mediante el análisis multitemporal se puede establecer que: el río Caney ha sufrido variaciones en el transcurso de los años, debido a altas precipitaciones y la deforestación. El Río Caney aumentó su amplitud en la parte alta 231 metros desde año 1939 hasta año 2013. En la parte media aumentó 131 metros su amplitud, y la parte baja aumentó 29 metros.
- Mediante los parámetros morfométricos se determinó que la cuenca retiene gran cantidad de agua proveniente de la escorrentía, y una alta infiltración, por tener buena permeabilidad y porosidad.
- Desde el análisis geotécnico se considera la cuenca inestable debido a las fuertes precipitaciones, y al tipo de material que presentan, se identificaron trece deslizamientos de diferentes tipos; referente al material petro se determinó, que es viable para subbase en vías y material de construcción.
- Con las cuatro estaciones analizadas, se determinó que el mes lluvioso en la cuenca es abril, se presenta una alteración en el mes de octubre, presentan un ciclo hidrológico de retorno de 15 años.
- Teniendo en cuenta la infiltración de la cuenca, se establece que en la parte alta, su velocidad de infiltración es de 160 mm/hr, en la parte media su velocidad de infiltración es de 114 mm/hr y la parte baja su velocidad de infiltración es de 82.2 mm/hr debido a los cambios.
- De la estimación de volúmenes utilizando la topografía se define un potencial explotable en el área de trabajo de 319.200 m<sup>3</sup>; para unas reservas medidas de 766.080 toneladas utilizando el factor de recobro por el método de Gumbel establecer los periodos de retorno cada 5 años.



## 12 RECOMENDACIONES

- La erosión de fondo y lateral de la corriente puede generar modificaciones en los taludes laterales, generando una inestabilidad del talud provocando en la parte alta del río Caney deslizamientos de tipo rotacional, generando represamiento en el cauce, cambiando su morfología, esta variación depende de las precipitaciones, y su velocidad de transporte. Debido a esto En las partes bajas del río Caney los muros de contención, se ven afectados, se requiere realizar un mantenimiento adecuado, para prevenir posibles inundaciones.
- Se debe implementar una revegetalización en las partes altas del río Caney, donde se presentan fenómenos de remoción en masa para aumentar la resistencia del material.
- Mediante fotografías aéreas anualmente, se debe demarcar los deslizamientos para conocer sus respectivas áreas, su dirección de movimiento, Con el fin de prevenir represamientos en las partes bajas
- Que la extracción de material de arrastre sea mínima, para mantener sus reservas, con el fin no generar impactos negativos, que se lleve un registro del tonelaje extraído anual en cada cantera de trabajo con el fin hacer un balance entre el transporte de sedimentos y la extracción para no producir cambios en la morfología del terreno.



### 13 BIBLIOGRAFIA

ABRIL, NEBARDO, apuntes de estabilidad de taludes, (2005).

ACUERDO 081 (2000), Concejo Municipal de Restrepo.

ALFONSO PUENTES j, análisis morfométrico de cuencas caso de estudio del parque.

Análisis morfométrico de una cuenca agua y sig.

APARICIO MIJARES, Francisco Javier, Fundamentos de hidrología de superficie. Editorial Limusa.

ARCILA & CLAVIJO, Caracterización geológica del Cuadrángulo 10-11 A – B, UCC 2011.

CORTEZ FARFÁN, Alberto. Patrón De Drenaje. Curso: evaluación técnica y económica de Los Recursos naturales.

Departamento del Meta, (2006) Ajuste Revisión del Eot Restrepo Meta CDIM.

EDUARDO CHAVARRIN. Infiltración (2004), universidad agraria la molina.

Gumbel articulo Wikipedia modificado el 23 de abril 2014.

INGEOMINAS (2013), Geología Restrepo.

Método de gumbel – ocw upm.



Módulos de curvas de infiltración.

MONSALVE SÁENZ, Germán. Hidrología en la Ingeniería. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

PIZARRO & FLOREZ, módulos de curvas de infiltración (2004), sociedad estándares de ingeniería para aguas y suelos Ltda.

Revisión al estudio de ordenamiento territorial Restrepo Meta cidm

Sociedad estándares de ingeniería para aguas y suelos Ltda.

Autores Dr. Ing. Roberto Pizarro, Ing. Juan Pablo Flórez.

Universidad agraria la molina hidrogeología aplicada Ing. Eduardo Chavarrin.

Infiltración. Pag 3 recuperada el 10 de enero 2015 de [www.aguasySIG.com](http://www.aguasySIG.com) /2013/10/ análisis-morfometrico-de-una-cuenca.html.